Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

REF XVIII Reunión Nacional de Educación en la Física de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

Inicio - Autoridades - Prólogo - Índices

Conferencias

Comunicaciones:

Espacio de Interés

Estrategias Didácticas

Divulgación Científica

Trabajos de Investigación

Talleres

Tapas Libro

Tapa Caja CD

Etiqueta CD

Realizó César Barrios

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

RET XVIII Reunión Nacional de Educación en la Física de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina

15 al 18 de octubre de 2013.
San Fernando del Valle de Catamarca

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

Publicación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Catamarca

Memorias Décima Octava Reunión de Educación en la Física: Tres décadas mejorando la enseñanza de la física. 1a ed. Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 2013. E-Book.

ISBN 978-950-746-220-7

1. Física. 2. Educación Superior. Actas de Congresos.
I. Título. CDD 530.071 1

Producción General:
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Catamarca.

Impreso en Argentina - Printed in Argentina.

Arte y Edición Tapa e Interior: Oficina de Publicaciones -César Barrios-

Universidad Nacional de Catamarca

Autoridades:

Rector: *Ing. Flavio Sergio Fama*

Vice Rector: *Ing. Oscar Arellano*

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Autoridades:

Decana: *Lic. Elina Azucena Silvera de Buenader*

Vice Decana: *Mgter. Susana Elisa Martínez de Montiel*

Secretario Académico: *Lic. Mario del Valle Perea*

Secretaria de Investigación y Desarrollo: *Lic. Susana Beatriz del Valle Fiad*

Secretaria de Planificación y Calidad: *Prof. Gabriela Alicia Bollada*

Secretario de Extensión y Relaciones Institucionales: *Mgter. Oscar Arturo Andrada*

Secretaria Administrativa: *Prof. Martha Inés Ferreyra*

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

COMISIÓN DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN DE PROFESORES DE FÍSICA DE LA ARGENTINA

Presidente

Vicente C. Capuano

Secretario

Eduardo Bordone

Tesorero

Edgardo Gutierrez

Vocales Titulares:

Juan Manuel Martinez, Norah Giacosa, Javier Feu,
Carmen Lambrecht, Silvia Inés Navarro, Jorge Rubinstein

Vocales Suplentes:

Sergio Pablo Farabello, Elena Llonch

Revisores de Cuenta Titulares:

Nélida Palma, Alberto Jardón

Revisores de Cuenta Suplentes:

Alejandra Rosolio, Javier Robles

COMITE ORGANIZADOR

Coordinadores Generales

Silvia Inés Navarro; Víctor Miguel Aramburu

Comisión de Presupuesto

María Viviana Nieva; Gustavo Adolfo Juárez

Comisión de Publicaciones

Susana B. Molina; Sonia L. Mascareño; Andrea G. Roldán; Roberto C. Pereyra

Comisión de Infraestructura y Logística

Guillermo N. Leguizamón; Guillermo S. Lingua; Edgardo A. Palacios

Comisión de Administración

Edgardo Argüello; Silvia Inés Navarro; César R. Nieva; Lía Balverdi

COMITE CIENTIFICO

Maiztegui, Alberto Pascual

Capuano, Vicente Conrado

Utges, Graciela Rita

Tricárico, Hugo Roberto

Aduriz-Bravo, Agustín

Tamarit, Francisco Antonio

López Dávalos, Arturo

Dubini, Lilia Micaela

Garziosi, Carola Patricia

Navarro, Silvia Inés

Aramburu, Víctor Miguel

Saracho, Marta Alicia

Nieva, María Viviana

Roldán, Teresita del Valle

Watkins, Marcelo Eduardo

Juárez, Gustavo Adolfo

Ortiz, Erlinda del Valle

Resoluciones

- Resolución APFA 07/2012. Aprobar el proyecto de realización de la XVIII Reunión Nacional de Educación en la Física "Tres décadas mejorando la enseñanza de la Física".
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca participa en carácter de Co-organizadora en la realización de la REF XVIII. Resolución CDFCE y N Nº 012/13.

Auspicios

- Auspicio e Interés de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata. Resolución Nº 94/13.
- Auspicio del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Catamarca. Disposición SuCyTCa Nº 35/2013.
- Auspicio del Instituto Politécnico Superior "General San Martín". Universidad Nacional de Rosario. Resolución Nº 439/13. IPS.
- Auspicio Institucional de la Facultad Regional Rosario Universidad Tecnológica Nacional. Resolución Nº 561/2013.
- Auspicio de la Universidad Nacional de Rosario. Resolución 2704/2013.
- Auspicio de la Asociación Física Argentina (AFA). San Luis. 25 de julio de 2013.
- Auspicio del Ministerio de Educación de la Nación. Resolución Nº 1029/2013
- Auspicio de la Universidad Nacional de San Juan. Resolución 1160/2013.
- Auspicio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan Resolución Nº 1160/13.
- Auspicio del Ministerio de Educación del Chubut, Dirección de Desarrollo Profesional Docente. Expediente 5782/13.

Declaraciones de Interés

- Declaración de Interés de la Ciudad de San Fernando del Valle. Concejo Deliberante de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Declaración Nº 012/2013.
- Declaración de Interés Universitario. Universidad Nacional de Catamarca. Resolución Nº 0289/2013.
- Declaración de Interés Poder Legislativo. Cámara de Senadores. Provincia de Catamarca. Decreto P.C.S. Nº 014/2013
- Declaración de Interés Institucional. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones Resolución CD Nº 134/13
- Declaración de Interés Educativo. Dirección General de Cultura y Educación La Plata Resolución Nº 610/ 2013
- Declaración de Interés Académico. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Resolución Nº 421-HCD-2013
- Declaración de Interés Académico. Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF). Universidad Nacional de Córdoba Resolución CD Nº 106/2013.
- Declaración de Interés Turístico. Secretaria de Turismo. Gobierno de Catamarca. Resolución Nº 524/2013.
- Declaración de Interés Educativo y no computar inasistencia a los docentes participantes. Ministerio de Educación Provincia de Santa Fé. Resolución Nº 1481/2013.
- Declaración de Interés Educativo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Resolución Nº 309/13 CD.
- Declaración de Interés Institucional. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Expediente Nº 57640 S/R 262, Resolución Nº 690/13-CD.

Prólogo

La Física, constituye un área de conocimientos muy elaborado y particular, presente en la educación formal a partir de los primeros cursos de nivel medio, y naturalmente, también y con distintos matices en un conjunto importante de carreras del nivel superior. En el nivel terciario aparece con una carga horaria importante en los Profesorados de Física y Tecnología, y con una carga menor en otros Profesorados como Biología y Ciencias Naturales. En la Universidad, es un cuerpo de conocimientos troncal de los planes de estudios en el Profesorado en Física, Licenciatura en Física, Tecnicatura en Física Médica, Profesorado en Tecnología, Licenciatura en Tecnología y en otras licenciaturas y profesorados como Química, Biología, y con menor fuerza aunque con variada importancia está presente en otro conjunto de carreras como Arqueología, Agrimensura, Agronomía, Salud y Abogacía, por nombrar sólo algunas.

A pesar de los esfuerzos que se orientan en el sentido de mejorar la Enseñanza de la Física, los resultados que se logran no cubren todas las expectativas, ni son inmediatos. Si pensamos que los conocimientos relacionados con la Física debieran pasar a formar parte de la cultura del hombre, dicho objetivo aún no se ha logrado. Sobre la base de estos resultados, es que a partir de mediados del siglo pasado, surge en el seno de la comunidad de Educadores en Física, en todo el mundo, un movimiento que desemboca en la creación de Asociaciones de Profesores de Física, publicaciones con trabajos de investigación orientados a la problemática de la

Enseñanza de la Física, y se llevan a cabo reuniones y congresos con el propósito de vincular a la comunidad científica preocupada por estos temas.

Surge en la Argentina, la necesidad de crear una Asociación que cubra todas las necesidades y procesos de cambios referentes al conjunto de innovaciones, que se vienen produciendo en la Educación en Ciencias en general y en la Educación en la Física en particular. Es así, que la historia comenzó hace 30 años, para ser más preciso casi 35, cuando impulsada por un conjunto de profesores de la Universidad Nacional de Córdoba, entre los cuales se encontraba, como uno de los más entusiastas el Dr. Alberto Pascual Maiztegui, se decidía la organización de la "**1ERA. Reunión Nacional de Educación en la Física** (REF 1)" realizada en 1978 en la ciudad de San Luis, con la importante participación de docentes de física, de todo el país, preocupados por el mejoramiento de la Educación en la Física. Luego, siguió San Juan, quienes organizan la "**2da. Reunión Nacional de Educación en la Física** (REF 2)" en Octubre de 1981 y en cuya Asamblea se resuelve constituir una Asociación de Profesores de Física, designándose una Comisión a la que se le encomendó avanzar en la elaboración de propuestas organizativas y reglamentarias. La Tercera REF se realizó en Villa Giardino (Córdoba), Septiembre de 1983, en Asamblea se constituyó la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (A.P.F.A.), aprobándose el reglamento y eligiéndose las primeras autoridades. Es por ello, que A.P.F.A. se la pensó como una estructura que tuviera un corte netamente federal, y que estuviera apoyada fuertemente en la figura de los Secretarios Provinciales y Locales, en la organización de eventos, como es la Reunión Nacional de Educación en la Física (REF) que se desarrolla en forma bianual, cuyo objetivo primordial es de vincular al universo de Docentes de Física de todos los niveles, Investigadores en Enseñanza de la Física, Investigadores en Física, Especialistas en Educación, etc., con el propósito de actualizar conocimientos y enriquecerse a partir de la interacción. Siendo que, las actividades que se desarrollan constan de exposiciones de trabajos en forma oral y mural sometidos a

referatos, dictado de talleres sobre temáticas específicas vinculadas a la investigación y la innovación en Educación en Física, conferencias y mesas redondas integradas por expertos provenientes de diversas universidades argentinas, países limítrofes y del exterior, integración de grupos de discusiones, publicación de Boletines Nacional y Provinciales, entre otros. Así también, se organiza el SIMPOSIO DE INVESTIGADORES EN EDUCACIÓN EN LA FíSICA (SIEF), que luego continuaran cada dos años, llevándose a cabo, en distintos lugares del país.

Y que estos, en su carácter de miembros de la Comisión Nacional, junto a los Coordinadores de Proyectos que se agregan posteriormente, deciden sobre la constitución de la Comisión Directiva Nacional que es quien elige al presidente de A.P.F.A., y lo más trascendente, que establecen las políticas bianuales de la Asociación. Sabiendo de antemano, que el Comité Ejecutivo Nacional no podría llegar a todos los socios del país, si no contara con la colaboración y el valioso aporte dado por las Secretarías.

Cabe destacar, la Secretaria Provincial de Catamarca a lo largo de estos años, fue oscilando no solo en cantidad de socios, sino también en las distintas actividades, destacándose las Olimpiadas Argentinas de Física (OAF) cuyos estudiantes posteriormente, se incorporan a las carreras de Física que se imparten en nuestra unidad académica, y las Olimpiadas Argentinas de Ciencias Junior (OACJ) que representan a la Provincia de Catamarca de manera ecuánime. Asimismo en el año 2011, dicha Secretaria Provincial forma parte del Comité Ejecutivo Nacional respondiendo a los objetivos planteados por A.P.F.A.

Este año en particular, Catamarca tiene la responsabilidad por primera vez de organizar la REF XVIII, en la que suman nuevas temáticas relacionadas a Divulgación Científica, Espacios de Interés y presentaciones de libros. Esto representa, una connoctancia importante para nuestra Secretaria Provincial, como así también, la incorporación de un logo que fuera aceptado por concurso para representar éste evento, y rubricándolo como representante de la Secretaria Provincial de Catamarca.

Finalmente, es justo decir que esta realidad tampoco hubiera sido posible sin la colaboración que prestaron al ideal de A.P.F.A. un conjunto importante de profesores de todo el país, socios de A.P.F.A. Es difícil nombrarlos, y es seguro que elaboraría una lista incompleta. Gracias a dios muchos están aquí, bien cerca de A.P.F.A. como el primer día. A ellos, y a los muchos profesores que a lo largo y a lo ancho del país alentaron la permanencia de esta obra, que mantuvieron dormido al gigante para que pudiese seguir soñando, que siempre apostaron por un país distinto y que aún en los peores momentos encontraron razones para seguir luchando, los alentamos a continuar con este sueño.

Silvia Navarro de Juarez
Comisión Organizadora

Apoyo Económico

- Centro Latinoamericano de Física (CLAF)
- INVAP SE. Empresa de Tecnología de la Provincia de Río Negro
- Concejo Deliberante de la Provincia de Catamarca
- Municipalidad de San Fernando del Valle de Catamarca
- Secretaria de Turismo de la Provincia de Catamarca
- Centro del Norte Renault
- FONCYT
- Secretaria de Ciencia y Tecnología (SECYT) Universidad Nacional de Catamarca

Objetivos

- Proponer acciones de actualización y perfeccionamiento que propendan a la profesionalización del docente.
- Desarrollar ámbitos de participación, discusión y colaboración entre los diversos actores, educativos y sociales, involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.
- Transmitir conocimientos generados a través de investigaciones y experiencias en el campo de la Física y su didáctica que implique la actualización de los actores educativos.
- Difundir experiencias innovadoras y alternativas en la enseñanza de la Física.
- Fortalecer el trabajo en equipos interdisciplinarios en los diferentes niveles educativos.
- Ofrecer un espacio de integración para egresados y docentes de todos los niveles educativos para favorecer su inserción como agentes activos y participativos de equipos de actualización científica y metodológica.
- Consolidar los códigos éticos y la autonomía profesional docente.

- Fortalecer el desarrollo social y educativo de las instituciones.

Destinatarios

- Profesores de Nivel Primario o equivalente en el área de Ciencias Naturales.
- Profesores de Nivel Secundario o equivalente de Física, Tecnología y Ciencias Experimentales (Biología, Química)
- Profesores de Nivel Terciario y/o Universitario vinculados a la enseñanza de la Física (Profesorados, Ingenierías y Ciencias de la Salud).
- Investigadores en Enseñanza de la Física.
- Alumnos de carreras universitarias y terciarias con Física en su proyecto curricular.

Actividades

- Conferencias y mesas redondas a cargo de especialistas.
- Exhibiciones de material científico y didáctico.
- Talleres de actualización para docentes de todos los niveles de enseñanza.
- Presentación Oral y/o Póster de trabajos de investigación, estrategias didácticas o de aula, divulgación científica.
- Presentación de libros

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN), Rectorado, Secretaria de Ciencia y Tecnología (SECYT) y a las distintas unidades académicas de la Universidad Nacional de Catamarca quienes brindaron su apoyo para la organización de la REF XVIII.

Al Concejo Deliberante de la Municipalidad de la Cuidad de San Fernando del Valle, Municipalidad de la Ciudad Capital, Secretaria de Turismo de la Provincia de Catamarca, Centro Latinoamericano de Física (CLAF), al INVAP S.E. (Empresa de tecnología de la Provincia de Río Negro), Tecnología Educativa S.A., FoNCyT, Editorial Sarquís, sin cuya colaboración no hubiera sido posible realizar esta reunión.

Y muy especialmente a los Docentes y Alumnos pertenecientes al Departamento de Física de nuestra unidad académica, quienes brindaron todo su apoyo para llevar a cabo REF XVIII.

Índice General

Página

Actividades xvi
Agradecimientos xvii
Apoyo Económico. xv
Auspicios ix
Declaraciones de Interés x
Destinatarios xvi
Objetivos xv
Prólogo xi
Resoluciones ix

Conferencias

"Racionalidades" en la Enseñanza de la Física 7
Aciertos, Errores y Curiosidades en la Obra de Julio Verne 11
El modelo estándar de la partículas fundamentales 10
Enseñanza de la Física: Prácticas responsables 9
Experiencias virtuales, una herramienta para enseñar mecánica . . 17
Formación Docente 15
Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológica 18
La formación en Competencias y el Aprendizaje basado en problemas. 5
La necesidad de repensar la Formación Docente 3
Las Emociones: Vehículos de los aprendizajes 6
Los Fenómenos Meteorológicos y la Enseñanza de la Física en un entorno Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación 13
Movimiento continuo 8
Olimpíada Argentina de Ciencias Junior (OACJR): El desarrollo del pensamiento científico en niños y adolescentes. 12
Pasado, presente y futuro del modo de Enseñar Física 4

Comunicaciones

¿Cómo desarrollo los laboratorios si mis clases son numerosas? Clases interactivas Demostrativas: Una posible solución. 262
Abordaje del Movimiento Armónico Utilizando TIC'S en la Clase Teórico-Práctica-Laboratorio 97
Actitudes y Expectativas de Alumnos de Física Respecto de las TICs 1039
Adultos Mayores, un Nuevo Desafío para la Enseñanza de la Física 121
Afectividad y Creatividad: Una Propuesta para el Aula 141
Análisis cualitativo del Vector de Poynting y su Aplicación al caso de un Circuito Resistivo Puro de Corriente Continua 957

Análisis y Resultados de la Implementación de una Guía de Laboratorio basada en el Aprendizaje Activo: Transformación de Energía Eléctrica en Térmica 163
Aplicação do Laboratório Virtual no Curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. 184
Aplicando la Metodología del Aprendizaje Activo para la Enseñanza del Equilibrio Térmico 203
Aporte de la Transformada de Laplace en la Interpretación del Movimiento Armónico Simple 223
Aportes de la Historia de la Física para el mejoramiento de su Enseñanza: El Rol de la Música en la Construcción de la Física Clásica 21
Articulación Mediante TICs entre las Facultades de la Salud y la Vida y las Sedes Lejanas del CBC en la Enseñanza de la Biofísica 971
Articulando Contenidos, integrando Conocimientos: Efector de Campos Magnéticos sobre el crecimiento de Saccharomyces Cerevisiae 238

Basura Tecnológica: Del Residuo a la Oportunidad 990

Cambian los Aprendizajes que se Logran en Física, cuando se Incorporan las TICs en la Práctica Experimental? 1059
Capacitación docente en Tecnología Nuclear. 251
Circuitos Resistivo-Inductivos en Corriente Continua: Los Problemas Resueltos en Libros de Texto Universitarios . . . 1086
Cómo Enseñar Física y no Morir en el Intento. Una Propuesta Áulica.. 278
Compartiendo Significados de Calorimetría en un Laboratorio Integrador de Física y Química. 295
Conservación del Impulso Angular. Una Aplicación Didáctica 312

De la Importancia de la Geometría para el Aprendizaje de la Física 324
Del pizarrón al Facebook para la enseñanza de la Física: ¿Podemos vivir (enseñar) sin las TIC?. 326
Desarrollo de Habilidades Cognitivas al abordar una situación Experimental en Física 1088
Desarrollo de Material Didáctico Alternativo para Experiencias de Física en el Aula. Una Iniciativa de Futuros Formadores en Física 340
Desarrollo de un Curso de Física No Formal para Adultos Mayores . 363
Desarrollo de un Sistema Computacional para el Mejoramiento de la Comprensión de los Conceptos de Trabajo y Energía 383
Desde la Electricidad a la Electrónica Mediante la Modelización Matemática Dinámica 402
Dificultades en la Conceptualización de la Corriente como Fuente del Campo Magnético 1107
Dificultades Identificadas al Emplear la habilidad Cognitiva "Analizar" 1125
Diseño de Software de Código Abierto para la Enseñanza e Investigación en Temas de Física y Biología 422

El Hombre y la Energía Solar 424
El Laboratorio de Física como un Ambito Activo para la Enseñanza-Aprendizaje del Movimiento de los Cuerpos 444
El Significado de los Gráficos: El Procesamiento de los Sistemas de Representación 1145
El Video Digital como Sistema de Adquisición de Datos. Una Aplicación Particular: La Medicion de Variables Cinemáticas en la Marcha Humana. 461
Enseñanza de Física en Escuelas Primarias de Tucumán. Análisis de un Módulo Didáctico 474
Enseñar a Investigar en la Formación Inicial del Profesorado en Física: Una Mirada desde la Práctica 498
Estrategias para la Enseñanza de la Física en Ingeniería. Modelado y Resolución de Problemas 518
Evaluaciones Pre-Parciales como Estrategia para mejorar la Retención y el Rendimiento Académico de los Estudiantes . . 520

Flotación de los Cuerpos ¿Quién Dijo Eureka!!!? ¿Arquímedes? ¿Los Alumnos? ¿El Profesor? 537

Graduación de Tensiones con Un Potenciómetro Deslizante 556

Historia de la Ciencia como Marco para la Enseñanza de Óptica Física 1163
Historia del Profesorado de Educación Secundaria en Física en el IES "Tafi Viejo" 35

Imaginario va a la Escuela: La comunicación pública de la ciencia y la educación no formal. 37
Impacto de Experiencias Didácticas de Física en Alumnos de Primaria y Secundaria 55
Incorporación de la Dinámica de Sistemas en el Laboratorio de Física 566
Incorporación de las TICs en el Aula como un Cambio en la Enseñanza Tradicional a Nivel Metodológico y Actitudinal. . . 585
Incorporación de Recursos Multimediales para la Enseñanza de las Ciencias en la Escuela Secundaria. 605

La Astronomía como Facilitador de los Aprendizajes de la Geometría y la Física. Medición de los Cráteres Lunares 626
La Enseñanza de la Hidrostática en la Escuela Media. Una Propuesta de Aprendizaje en Entorno Virtual y Real 628
La Enseñanza de las Transformaciones de la Energía: Una Clase Interactiva Demostrativa 645
La Estructura de la Materia una Propuesta para su Enseñanza. . . . 666
La Evaluación del Aprendizaje en Física para Ingeniería: Estudio Comparativo del Rendimiento Académico de Estudiantes Mediante dos formas de Examinar Conocimientos. 1165
La Experiencia de la Lectura en la Formación Docente y los Debates Actuales de la Alfabetización Científica. 1007

La Formación en Ciencias de Niños y Jóvenes: Un Desafío que Enfrenta la Educación Superior 1183
La Transdisciplinariedad como Estrategia de Enseñanza en las Materias del Ciclo Básico de las Carreras de Ingeniería. . 1203
La Web 2.0 y su Impacto en la Educación Formal en la Provincia de Catamarca. 1221
Laboratorio Abierto: Nuevas Estrategias, Metodologías y Materiales Didácticos. 684
Las Ciencias Experimentales al Alcance de Todos: Laboratorios Móviles. 73
Las Imágenes Digitales y la Práctica Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología. Una Indagación Bibliográfica 1237
Lo Laborioso de Aprender: Análisis de Participaciones en situación de Aula Real. 1249
Los Libros de Texto Universitarios de Mecánica Cuántica utilizados en una Institución de Gestión Estatal 1270

Modelización Simple de una Máquina Térmica. 704
Movimiento Conjunto: Diagramas de Fuerzas y Modelos Mentales 1289

Posicionamientos Contemporáneos de la Ciencia en la Escuela. Nuevas Racionalidades en la Enseñanza y la Formación de Profesores 1307
Propuesta de Enseñanza de las Leyes de la Física a través del Estudio de una Bicicleta 724
Propuesta Didáctica en Base a la Producción Escrita de los Alumnos de Biofísica de Medicina 1325
Propuesta Superadora en el Laboratorio de Química General para facilitar la Construcción del Proceso Enseñanza Aprendizaje en un Ámbito Interdisciplinario del Conocimiento 748

Rediseño Educativo de Física II. Banco de Estrategias de Aprendizaje Activo de Física II 764
Relatividad Clásica: Dificultades en el Estudio del Movimiento II . 779
Representaciones Multimodales en Cursos de Física Básica 1351

Sobre la Incorporación de las TICs a la Práctica Experimental en Física: Preferencias de los Alumnos 1373
Sofisticación Epistémica Incipiente en Electrostática: Un Estudio de Caso en Alumnos Universitarios. 1398
Stand: Imaginario va a la Escuela 75

Taller de Capacitación para Docentes del Área Ingreso a la Universidad 800
Tiro Oblicuo: Determinación de la Velocidad de Salida de un Proyectil Impulsado por un Resorte y de un Chorro de Agua como Estrategia Pedagógica 821

Un Aporte para el Profesorado: La Importancia de la Medición en la Física y en su Enseñanza 1009
Un Aporte para el Profesorado: La Importancia de la Medición en la Física y en su Enseñanza 1419
Un Estudio sobre Libros de Física en el Contexto del Ciclo Inicial de Carreras de Grado en la Universidad Nacional del Litoral 1436
Un Juego Grupal, excusa para el Encuentro con el Fenómeno de la Refracción de la Luz 823
Un Viaje con Energía 901
Una Experiencia de ABP y TICs en Biofísica de Enfermería 845
Una Experiencia Educativa Solidaria: Puente entre Comunidades Educativas 1026
Una Propuesta Con Tecnología Satelital: Ambientes que nos rodean. 869
Una Propuesta Innovadora, para acercar al Estudiante a la Investigación Científica, en Entornos Naturales 887
Uso de Laboratorios Remotos para Practicas de Física Nuclear . . . 922
Uso de Simulaciones Computacionales para abordar Obstáculos en la Comprensión para Alumnos de 1° Año de la Escuela Secundaria. 1456

Vademécum Nuclear 932
Visiones Deformadas de las Ciencias: Una Propuesta para su Superación Incorporando la Historia de la Física a su Enseñanza. 934

Talleres

¿Por qué el Cielo es Azul?. 1583

Algunos Aportes de la Didáctica de las Ciencias al Aula de Física de Secundaria 1538
Aprender y Enseñar Magnetismo usando Applets 1512
Cielito Lindo. La Meteorología y las Tics nos ayudan a Integrar las Ciencias Naturales 1492
Criação e Desenvolvimento de uma Experiência, Considerada "Laboratório Virtual" 1487
El Diseño de la Enseñanza y su Puesta en Práctica en las Clases de Física empleando Instrumentos Tecnológicos como las Animaciones 1660
El Laboratorio Virtual en Física: Herramienta para la Enseñanza y el Aprendizaje de Contenidos. 1616
El Uso de Modelos en la Resolución de Problemas de Campos Eléctricos y Magnéticos 1597
Enseñanza de Ciencias Básicas para la Apropiación Tecnológica: "Soluciones Energéticas Sustentables para la Vida Cotidiana Basado en Energía Solar". 1652
Estrategias de Enseñanza de la Física usando Nuevas Tecnologías: La Guía Didáctica 1624
Estudiando el Movimiento de Proyectiles Mediante Simulaciones 1630

Evaluación de las Ciencias Naturales y Políticas Educativas. 1688
Experiencias Didácticas: "Imaginario va a la Escuela" 1521

Incorporación de Recursos Multimediales en Propuestas de Aprendizaje Potencialmente Significativas 1562
Indagación Científica Escolar 1568

La Luz, Reflejo de la Ciencia: Reflexiones Didácticas y Epistemológicas sobre la Práctica Experimental de Laboratorio 1637
La Naturaleza Histórica, Epistemológica y Social de las Ciencias en los Textos de Ciencias Naturales y su Aplicación en el Aula. 1644
La Potencialidad Didáctica del Trabajo con Problemas Abiertos en la Física Escolar 1667
La Práctica Experimental Asistida con el Uso de Recursos Tecnológicos 1542
La Tierra como Cuerpo Cósmico. Una Didáctica para Integrar Forma-Gravedad-Iluminación 1554
Luces y Sombras en la Formación de Imágenes Analógicas y Digitales 1533

Modelización y Competencias Experimentales en la Nueva Escuela Secundaria 1547

Olimpíadas de Ciencias Junior 1504

Practicas Áulicas a partir del Campo Conceptual 1590

Relatividad Clásica: Dificultades en el Estudio del Movimiento . . 1609
Resolución de Problemas de Física Clásica no Tradicionales con Empleo de Simulaciones Mediante Dinámica de Sistemas 1498

Sinfonía del Universo 1528

Taller de Óptica Digital 1574
Taller Sobre Aprendizaje Activo en Temas de Mecánica y Electricidad. 1603
Técnicas para Fomentar la Participación en el Aula en una Clase de Ciencias 1680

Una Propuesta Metodológica para la Enseñanza de la Física en Enología: La Física Presente en la Elaboración del Champagne 1479
Uso de Software en la Enseñanza de la Física 1674

Autores

Addad, R. 1609
Addad, Ricardo 779
Adúriz-Bravo, A. 1637
Aduriz-Bravo, Agustín 7
Aimé, Luciana 1456
Aiziczon, B. 1624
Aiziczon, Beatriz.....1325
Aiziczon, Beatriz 845
Albarenque, Roberto Luis 55
Alegre, L. R. 1562
Alegre, Laura 1456
Alegre, Laura.....605
Alustiza, Diego 684
Álvarez, Cristina Eugenia 887
Álvarez, Jorge 518
Alzugaray, G. E. 1616
Amieva, Rita 326
Andrada, Isabel Carolina 1221
Andrada, Oscar Arturo 1221
Aramburu, V. 1630
Aramburu, Víctor 383
Aranibar, Liliana 1203
Arévalo, Néstor.....424
Argüello, Edgardo 383
Arias, Agustín 1165
Arroyo, Evangelina.....35
Attilio, Gabriel 97
Ávila, Marta.....1039
Ávila, Marta.....1660

Baade, Nieves N. 684
Baade, Nieves 295
Baade, Noemí N. 97
Baldo, Héctor 901
Barros Olivera, Ruy Enio Elí ...278
Barros Olivera, Ruy Enio Elí ...724
Baudino, Nicolás 1249
Beltrame, C. D. 1652
Beltramino, Nicolás 340
Benavente Fager, María N.....990
Biasoli, Santiago 1351
Bigliani, J. C. 1533
Bilen, Miguel 73
Bistoni, S. 1542
Blesio, G. 1504
Blesio, Germán 363
Bonazzola, Maximiliano 1436
Borcodch, M. 1528
Bordone, Eduardo 1373
Bravo, Silvia del Valle 474
Budini, N. 1574
Buteler, Laura María.....1398
Buteler, Laura.....15

Calderón, Liliana 1007
Calderón, Marcela 73
Calderon, S. E. 1568
Calderon, Silvia 15
Cámara, Cristina 1436
Camargo, Rubén 628
Camino, N. 1554
Capuano, V. C. 1533
Capuano, Vicente Conrado...1059
Capuano, Vicente Conrado 5
Capuano, Vicente 1373
Carola, María, Eugenia.....203
Carreri, R. A. 1616
Carreri, Ricardo.....1436
Castillo, Eduardo.....901
Cavallotti; Agustín 73
Cayetano, María C. 238
Chade Vergara, Pablo O. 934
Chade Vergara, Pablo O.....1009
Chade Vergara, Pablo O.....1419
Chade Vergara, Pablo O. 278
Chade Vergara, Pablo O. 724
Chancel, Myrian.....97
Chautemps, Adriana 922
Chautemps, Norma Adriana...932
Chirino, Sandra Ansise.....764
Cives, Hugo Rodolfo 748
Coleoni, Enrique.....1249
Colombo de Cudmani, L. ...1624;
Concari, Sonia Beatriz.....1307
Concari, Sonia Beatriz 800

Cruz, Ricardo.....1203
Cudmani, Leonor.....1325
Cudmani, Leonor 845
Cuesta, Adriana de Carmen ...990
Culzoni, C. M. 1562
Culzoni, Cecilia 1456
Culzoni, Cecilia 605
Cyrulies, Ernesto.....1667

Del Zotto, Ruben 97
Devece, Eugenio.....97
Devoto, Emanuel 340
Di Cosmo, Carlos.....1667
Díaz, Narciso 383
Dima, G. N. 1603
Dima, Gilda N. 163
Dima, Gilda N. 645
Dima, Gilda Noemí 203
Dima, Gilda Noemí 262
Dubini, Lilia.....12
Dubini, Lilia.....73

Echazarreta, D. R. 141
Echazarreta, D. R. 518
Elisabet; Navarro, Silvia I.....223
Enrique, C. 1498
Erice, Maria Ximena 73
Escobar, Margarita.....1165
Escudero, Jorge 626
Esper, Lidia B..... 585

Fabre, R. 238
Farabello, Sergio Pablo.....424
Farina, J. 1597
Farina, J. A. 1504
Farina, Juan 1107
Farina, Juan 12
Farina, Juan 363
Fereggia, Mabel 312
Fernández, Adriana 326
Fernández, Patricia 1107
Fernández, Patricia.....121
Fernandez, Santiago 73
Ferreira, F. P. 1554
Ferrer, Laura 73
Ferreyra, M. 238
Feu, Javier Hugo.....13
Figueroa, J. P. 1644
Flores, N. 1521
Flores, Nadia.....37
Flores, Nadia.....75
Follari, B. del R. 1603
Follari, Beatriz del R. 645
Follari, Beatriz del Rosario 203
Fonseca, M. 1487
Fonseca, Monaliza.....17
Fonseca, Monaliza 184
Fonticelli, A. 1644
Fornari, Javier.....1456
Fornari, Javier 605
Fredes, Noelia 73

Galeano, Ramiro 1270
Gangoso, Zulma 9
Garcia, Vanesa 73
Genini, Eduardo 251
Gerard, L.; Perlo, F. 238
Giacosa, N. S. 1512
Giacosa, Norah 1086
Giacosa, Norah 1270
Gianera, Jorge 518
Giordano, Marcela Claudia 324
Giorgi, Silvia.....1086
Giorgi, Silvia.....1436
Girelli, Marina.....163
Girola, Rafael 626
Glusko, Cristian A. 163
Godino, María Eugenia 537
Gómez, Carmen 1007
González, E. 1538
González, María Andrea.....1059
González, María Andrea.....1237
Gramajo, María Cecilia 823
Graziosi, C. 1504
Graziosi, Carola 12
Gutiérrez, E. 1492
Gutierrez, Edgardo 1373

Haudemand, N. Y. 141
Haudemand, N. Y. 518

Haudemand, R. E. 141
Heredia, M. 238
Herrera, L. A. 1590
Herrera, S. C. 1590
Hofer, Juan Andrés.....73
Humana, Teresita.....223

Iasi, Rodolfo.....295
Idoyaga, I. 1637
Idoyaga, Ignacio 1145
Idoyaga, Ignacio.....251
Impellizzere, Susana 556

Jardón, Alberto 1107
Jardon, Alberto.....121
Jardón, Alberto.....363
Juanto, Susana.....295
Juárez, G. 1498
Juárez, Gustavo Adolfo 402

Keil, Walter 922
Krom, N. 1644
Kupczewski, Marcos E.....520

Lapalma, Lidia Matilde 424
Lázaro, Eduardo.....901
Lazarte, A. I. 422
Lazarte, Gustavo.....932
Lecumberry, Graciela.....498
Leguizamón, G. 1542
Leguizamon, Guillermo 1039
Lingua, S. 1498
Llonch, E. 1609
Llonch, Elena 1289
Llonch, Elena.....779
Lopez Dávalo, Arturo.....10
López, Eliana.....73
Lorenzo, G. 1637
Lorenzo, Gabriela 1145
Lorenzo, Gabriela.....251
Lucarelli, Carlos 626
Luna, María Virginia.....1307
Luna, Oscar.....626

Macagna, Miriam.....1203
Maffioly, Rodolfo H. E. 821
Maidana, J. A. 1512
Maidana, Jorge 1086
Maidana, N. 1487
Maidana, Nora Lia 17
Maidana, Nora. 184
Maiztegui, Alberto Pascual 4
Maldonado, Héctor F. 887
Marchak, Griselda 444
Marchena, Belén.....73
Marini, Silvana.....537
Marino, L. A. 1616
Martín, Dante 251
Martín, J. 1492
Martín, Javier.....1237
Martín, Javier 461
Martínez Gil, Lucia 73
Martínez, Horacio José 748
Martínez, J. M. 1547
Martinez, Marcela.....461
Martorelli, Luis Cesar.....704.
Marzocchini, Carlos C. 626
Massa, Marta 1088
Maubecin, Javier 383
Medina de Jalile, Liliana.....1674
Medina, César 556
Medina, Susana 1660
Menéndez, Vicente 21
Menoyo, D. 1538
Meonis, Walter.....1351
Micolo, Martín.....461
Miguel, Osvaldo.....6
Milicic, Beatriz 1107
Milicic, Beatriz 121
Milicic, Beatriz 363
Molina, Susana 1660
Montero, María Fernanda 704
Moretti, María Cristina 73
Moya, M. 1624
Mulone, C. 1574

Navarro Silvia Inés.....402
Navarro, Silvia Inés.....566
Navarro, Viviana 1456

Nieva Maria Viviana.....15
Nieva, César Rubén.....402
Nieva, J. E. 1528
Nieva, María Viviana 1039
Nieva, V. 1542

Odetto, Jorge Osvaldo 932
Oliva, Alicia Delia 800
Oliva, Alicia 537
Oller, Myriam 1026
Orlando, Silvia.....498
Ortiz, Erlinda del Valle.....1674
Ortiz, Félix 326
Osmetti, J. 238

Paez, Sonia 1125
Palma, Nélida Beatriz.....764
Paola, Carlos Alejandro 704
Parma, F. 238
Penas, Verónica 73
Perea, María Andrea 1398
Pérez Carmona, Ma. del C. 585
Perez Carmona, María del C. 1680
Pérez Lucero, Alejandra L. 932
Perreyra, Roberto 12
Perrotta, M. Teresa.....645
Perrotta, Teresa 203
Pisano, Maximiliano 869
Pisonero, Mario O.....821
Platzeck, Ana María 704
Porciello, Valeria María Pía. .1688
Prodanoff, Fabiana 295
Profili, Franco 73
Puig, Florencia.....340

Qués, Federico.....628
Quiroga, María Luz 566
Rachid, C. 1492

Repossi, Patricia del Valle 1163
Reynoso Savio, M. F. 163
Rocha, A. L. 1547
Rodriguez, C. 1630
Roldán, Andrea.....12
Roldan, Mónica 1125
Romagnoli, Claudia María 666
Romero, E. 1542
Romero, G. N. 1652
Ronconi, Jorge.....97
Rosales, Alejandro 520
Rosolio, A. 1609
Rosolio, Alejandra 1289
Rosolio, Alejandra 779
Rousserie, Hilda Fabiana 748
Rubinstein, J. 1568

Salas, C. 1538
Salazar, Ma. J. 1373
Salinas, Julia 957
Salomón, Silvia.....1270
San Roman, S. 1583
Sánchez, Claudio Horacio 11
Sánchez, Claudio Horacio 8
Sánchez, Patricia.....1289
Sánchez, Patricia 779
Sanguinetti, M. 1644
Santoiani, Silvina 1026
Santos, Federico 73
Saracho, M. 1630
Scagliotti, A. 1521
Scagliotti, Ariel.....37
Scagliotti, Ariel.....75
Scagliotti, Ariel 869
Scancich, Miriam 1088
Schliamser, Federico.....461
Sebben, Viviana.....666
Sigampa Páez, Elvio E. 278
Sigampa Páez, Elvio E. 724
Silva, A. M. 422
Silva, Adrián.....971
Silva, C. 1504
Silva, C. 1597
Silva, Carlos.....363
Silva, Enrique 1203
Silva, Norma 1026
Slipak, M. B. 1479
Soldá, C. 238
Soldi, Mariangeles.....704

Sparvoli, Valeria.....1351
Speltini, Cristina 1125
Stei, Jorge 684
Such, Alejandro 1086
Suluaga, Juan.....340

Tabares, I.....1504
Tabares, I.....1597
Tabares, Ignacio.....1107
Tamaño, Gabriela.....821
Tannuré Godward, B. 1680
Tannuré Godward, B. 585
Todaro, A. 1479
Torres, Germán.....278
Torres, Germán.....724
Torti, Horacio 1145
Torti, Horacio.....251
Traid, Hugo 444
Trejo, Fernanda 971
Trejo, M.F. 422
Triano, José M. 1183
Triano, José María 55
Tricárico, Hugo Roberto 3
Trinidad, Oscar.....1667.

Vanin, Vito R. 17
Velazco, Sandra 556
Velazco, Sandra 957
Velazque, Mirta Susana.....748
Vergara, Laura.....444
Vergara, M. L. 1512
Verón, Mercedes.....35
Vettorel, Silvia.....537
Vicario, Jorge 326
Villar, Raúl Roberto 1163
Villedary, H..... 1479
Vilte, Luis Adrián.....566
Viltes, Adrián.....1660
Vincitorio, F. 1574

Walz, M. Virginia 1183
Walz, María Virginia 55
Watkins, M. 1542
Watkins, Marcelo Eduardo ...1221
Weber, Fernando.....684
Welti, R. 1583
Wisner, Diego 444

Yanitelli, Marta.....1088

Zagarese, Julio F. 585
Zanesky, Natalia.....35
Zang, Claudia 1086
Zang, Claudia 1270
Zerbino, Lía M. 295
Zerbino, Lía M. 97
Zerbino, Lía M. 684
Zerpa, Hugo Sebastián 823

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

Impreso en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad Nacional de Catamarca

San Fernando del Valle de Catamarca
Catamarca, República Argentina
Edición de 500 ejemplares
Octubre de 2013

Conferencias

Conferencias Plenarias -CP-
Conferencias Semiplenarias -CS-
Mesas Redondas -MR-

CI: La necesidad de repensar la Formación Docente

Tricárico, Hugo Roberto

Creemos que es indispensable reflexionar acerca de los resultados que se obtienen en la actual formación de docentes, y pensar que es muy probable que se requieran cambios de fondo en la misma. Trataremos de desarrollar algunas ideas sobre ellos y de mostrar caminos posibles en ese sentido.

CP: Pasado, presente y futuro del modo de Enseñar Física

Maiztegui, Alberto Pascual

Hacia mediados del siglo pasado, importante cambios en la estructura social provocan el ingreso masivo de jóvenes al sistema educativo en todos sus niveles, y por otro lado, el cuerpo de conocimientos asociado a la disciplina Física, crece abruptamente y resulta necesario repensar el "Modo de Enseñar Física". A pesar de los esfuerzos que se orientan en el sentido de mejorar la enseñanza de la Física, los resultados que se logran no son del todo buenos. Si pensamos que los conocimientos relacionados con la física debieran pasar a formar parte de la cultura del hombre y si admitimos que ese horizonte debiera ser uno de los objetivos de la escuela media, dicho objetivo no se ha logrado. A la Universidad no le va mejor, en general no son buenos los resultados que se logran en el ámbito de la Enseñanza de la Física, lo que se traduce en un importante porcentaje de jóvenes que fracasan en sus estudios en física, especialmente en los cursos de formación básica. En esta charla, revisaremos distintos aspectos vinculados con la Enseñanza de la Física: algunos internos, propios de las metodologías utilizadas y de los énfasis puestos de manifiesto en distintas etapas, y otros, externos, asociados a políticas educativas y a la política en general.

CP: La formación en Competencias y el Aprendizaje basado en problemas

Capuano, Vicente Conrado

No es la primera vez que se intenta introducir cambios en la práctica docente en el marco de teorías que los justifican, que se realizan talleres e instancias de perfeccionamiento y de difusión de los mismos, que la propuesta seduce al colectivo de docentes en general, pero que a la hora de efectivizar los cambios, mejoras o innovaciones, vallas desconocidas e insalvables operan para que ello no ocurra. No existen motivos para pensar que el intento de "Formar en Competencias" no pueda conducir al mismo final.

Atendiendo a lo que la comunidad de educadores en ciencias entienden respecto de "La Formación en Competencias", surge de un modo natural como estrategia didáctica para su implementación, el "Aprendizaje Basado en Problemas". Éste, como técnica didáctica, por un lado favorece la Formación en Competencias sorteando las vallas señaladas y, por otro, otorga a la práctica docente un carácter constructivista en el cual la interacción social (zona de desarrollo próximo de Lev Vygotski) ocupa un rol protagónico.

CS: Las Emociones: Vehículos de los Aprendizajes

Miguel, Osvaldo

En esta conferencia está dedicada a explicar la influencia fundamental que tienen las emociones como vehículos de los aprendizajes, y en ese sentido se alentará a los docentes a preparar sus clases con actividades placenteras para los estudiantes, similares a sus lógicas de diversión o de entretenimiento.

CP: "Racionalidades" en la Enseñanza de la Física

Aduriz-Bravo, Agustín

En esta conferencia exploro el uso de lo que se llama "racionalidad lógica" y "racionalidad narrativa" en la enseñanza de la física en los distintos niveles educativos (con énfasis en secundaria básica y superior). El primer tipo de racionalidad tiene que ver con la estructura sintáctica de la física como disciplina, y con una presentación de los contenidos haciendo énfasis en sus aspectos lógico-lingüísticos, en sus proposiciones y fórmulas, dentro del famoso "contexto de justificación" de las teorías. El segundo tipo de racionalidad, por su parte, tiene más que ver con el devenir histórico de la disciplina, con poner énfasis en aspectos más "humanos" de la física, que se encuadrarían en el "contexto de descubrimiento". En la conferencia examino y ejemplifico abordajes didácticos que se apoyan en estas dos racionalidades, a la vez que propongo ensayar una racionalidad "híbrida" que utilice el pensamiento de carácter abductivo, análogo al "detectivesco".

CS: Movimiento continuo

Sánchez, Claudio Horacio

Se trata de un repaso a la historia de la búsqueda del movimiento continuo, con referencias al principio de conservación de la energía, a su uso en el teatro y la literatura y curiosidades tales como las máquinas de movimiento continuo que fueron patentadas en la Argentina.

CS: Enseñanza de la Física: Prácticas responsables

Gangoso, Zulma

En términos de aprendizaje y teorías que lo expliquen, hoy casi carece de sentido remontarnos al asociacionismo expresado cabalmente por el conductismo. Desde lo declarativo, no quedarían colegas capaces de negar la construcción de conocimiento como fenómeno psicológico. Desde 1963, en que Ausubel propone como idea central que en la enseñanza el factor más importante es lo que el alumno ya sabe, no se ha hecho más que reafirmar la importancia del conocimiento previo. En todo caso, lo que ha ido variando es qué significa "lo que el alumno ya sabe".

Se presenta un breve recorrido sobre algunos enunciados teóricos que orientan la interpretación de resultados y la práctica, desde la noción de aprendizaje significativo hasta la de cognición situada. Se discute el concepto de "prácticas culturalmente responsables". Se procura establecer relación con los contenidos y estructura de la física que hemos aprendido y enseñamos. Se toman algunos ejemplos de currículos actuales.

Se pretende abrir una discusión sobre posibilidades de cambios reales.

CS: El modelo estándar de las partículas fundamentales

López Dávalos, Arturo

Se trata de entender los distintos tipos de modelos referentes a las partículas fundamentales, que a lo largo de la historia fueron trascendentes dentro de la investigación en la Física y particularmente en el desarrollo nuclear de la Argentina.

DC: Aciertos, errores o curiosidades en la obra de Julio Verne

Sánchez, Claudio Horacio

Las obras de Julio Verne describen o aluden a muchas invenciones que se hicieron realidad muchos años más tarde. Algunas de esas predicciones fueron acertadas, otras no. Pero no siempre los aciertos son resultado de su ingenio ni los errores son debido a su ignorancia. En cualquier caso, se trata de curiosidades interesantes. Y una excusa para recordar y volver a disfrutar algunos de los relatos de aventuras más apasionantes de la historia de la literatura.

MR: Olimpíada Argentina de Ciencias Junior (OACJR): El desarrollo del pensamiento científico en niños y adolescentes.

Graziosi, Carola; Lilia Dubini; Farina, Juan; Roldán, Andrea y Perreyra, Roberto

Esta actividad científica es organizada por el Centro del Desarrollo del Pensamiento Científico en Niños y Adolescentes (RECREO), dependiente de la Universidad Nacional de Cuyo, en forma conjunta con la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA) y el Ministerio de Educación de la Nación. Estas olimpiadas están dirigidas a estudiantes de hasta 15 años, donde se evalúan con pruebas integradoras y holística sobre los saberes de las Ciencias Naturales en las disciplinas Física, Química y Biología, teniendo como eje orientador los contenidos presentes en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP). El objetivo principal de esta actividad, es promover vocaciones por las ciencias experimentales y la valoración del quehacer científico desde temprana edad.

Los Fenómenos Meteorológicos y la Enseñanza de la Física en un Entorno Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación.

Javier Hugo Feu

A mismo tiempo que somos conscientes de una compleja y creciente interrelación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, encontramos una creciente exigencia de promover la formación de una ciudadanía técnica o científica, es decir, una ciudadanía capacitada para comprender las decisiones tecno-científicas y participar en ellas (Barry, 2001: 127; Leach et al., 2005).

La demanda de la sociedad es la formación de un sujeto con un compromiso serio y responsable en el momento de analizar, opinar y decidir sobre distintos aspectos que involucran el cuidado del medio ambiente y la posibilidad de conocer los factores que pueden producir situaciones adversas y desbastadoras con consecuencias imprevisibles.

Una forma de promoverla es por medio de la reorientación de la educación tecno-científica en este sentido (Luján y López Cerezo, 1996; Martin Gordillo y Osorio, 2003), aspecto en el muchos docentes han comenzado a trabajar en la enseñanza de la física en la escuela secundaria en nuestro país.

Los fenómenos meteorológicos están íntimamente relacionados con las actividades del individuo en distintas maneras.

Conocer básicamente los procesos producidos en la atmósfera implica aplicar conceptos elementales de física que son los que se utilizan para estructurar los modelos meteorológicos que serán utilizados para la comprensión y previsión del tiempo en un determinado lugar.

¿Cómo estará el tiempo hoy? ¿Cómo será en los próximos días? ¿Por qué las tormentas son tan intensas? ¿Se puede predecir el tiempo con un mayor porcentaje de probabilidad efectiva? ¿Está cambiando el clima en forma global? Todos estos disparadores nos permiten abordar una amplia cantidad de tópicos que encontramos en los diseños curriculares Física y donde involucramos a cada alumno en el aprendizaje de los mismos de una manera diferente y mucho más motivadora, con la utilización de los recursos de las TICs y experiencias sencillas de laboratorio.

MR: Formación Docente

Calderon, Silvia; Buteler, Laura; Nieva, María Viviana

INFoD

Es cierto que los problemas con la formación de docentes en nuestra disciplina son más numerosos que los que surgen de tratar los temas propuestos (provienen de diferentes orígenes: político, económico, de formación en los formadores de docentes, sociales, etc.) Pero en esta ocasión se quiere hacer hincapié en temas para los cuales es posible hacer algo por cada uno de nosotros, desde el rol que ejerzamos. Quienes formamos docentes tenemos cierta libertad en la elección de la curricula, la didáctica empleada y enseñada, y sobre la presencia de los resultados en las investigaciones sobre la enseñanza tanto como contenidos como herramientas dentro de la metodología de trabajo. Quienes somos docentes a nivel medio o superior y los alumnos de los profesorados tenemos derecho a reclamar la presencia de estos elementos en nuestra formación. Desde los organismos gubernamentales podemos hacer mucho para favorecerla, y como investigadores siempre estamos desafiados a dar respuestas a las necesidades de los formadores.

Con esta mesa se intenta trabajar la necesidad de coherencia entre lo que se enseña, la didáctica empleada y las investigaciones relacionadas. Y poner de manifiesto que solo se logra si existe un triple acercamiento: desde abajo (de quién recibe la formación), desde el medio (el docente que la imparte) y desde arriba (quien evalúa y de alguna manera exige o regula la forma y los contenidos de esta mediación).

CS: Experiencias virtuales, una herramienta para enseñar mecánica

Nora Lia Maidana; Monaliza Fonseca; Vito R. Vanin

Llamamos Laboratório Virtual a un ambiente en el sitio http://www.fep.if.usp.br/~fisfoto creado como recurso didáctico para trabajar algunos conceptos abstractos de manera experimental, con el objetivo de complementar las clases teóricas de mecánica. Para eso, filmamos experiencias reales que permiten la observación de todo el movimiento de un objeto junto a un instrumento que posibilita medir su posición. Posteriormente se incorpora al video un código de tiempo y se extraen las imágenes individuales, con las cuales se construye una tabla de posición versus tiempo, que posibilita acompañar la evolución dinámica del objeto en estudio. Este proyecto fue creado y aplicado en disciplinas de mecánica del curso de Licenciatura en Física del Instituto de Física de la Universidade de São Paulo. Cuenta con experimentos sobre movimientos de translación, rotación y fluidos. Será detallado el uso pedagógico del Laboratorio Virtual, como acceder a los datos primarios, a las guías de estudio, y a la propuesta de análisis. Entendemos que esta herramienta, aplicada desde 2005 con resultados satisfactorios, proporciona un recurso inédito en el proceso enseñanza-aprendizaje.

MR: Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-tecnológica

Grupo de Discusión

Se constituirá un grupo de discusión, que debatirá sobre esta temática a los efectos de elaborar un documento con recomendaciones, para ser presentados en las Cuartas Jornadas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, IPECYT 2014, que se realizarán en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

Comunicaciones

Espacio de Interés

Análisis Cualitativo del Vector de Poynting y su Aplicación al Caso de un Circuito Resistivo Puro de Corriente Continua

Velazco, Sandra[1]; Salinas, Julia[2]

1: Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán.

2: Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

svelazco@herrera.unt.edu.ar; jsalinas@herrera.unt.edu.ar

Resumen

En este trabajo, que forma parte de una investigación más amplia sobre una interpretación energética de fenómenos eléctricos, realizamos un breve análisis cualitativo sobre el Teorema de Poynting y el vector de Poynting. La revisión bibliográfica sobre el tema permite identificar, para el caso de situaciones estacionarias, dos posturas frente al significado físico del concepto de vector de Poynting. Por otra parte, utilizamos también el Teorema de Poynting para analizar el balance de energía en un circuito resistivo puro de corriente continua y mencionamos algunos aspectos potencialmente útiles para la práctica docente.

Palabras Clave: Energía; Vector de Poynting; Interpretación; Estado estacionario; Circuito resistivo puro.

Introducción

La ciencia construye conceptos y enuncia leyes que resultan útiles para la investigación cuantitativa de fenómenos físicos (Warren, 1982). Por otra parte, la ciencia aspira a que su producto, el conocimiento científico, tenga claridad y precisión crecientes y esas características se logran, en parte, gracias a la utilización de un lenguaje matemático y de definiciones operativas (Bunge, 1980). Sin embargo, el quehacer científico está impregnado de hipótesis tentativas y consideraciones cualitativas (Einstein e Infeld, 1986).

Desde una perspectiva educativa muchos autores coinciden en que, además de las imprescindibles y rigurosas definiciones operacionales es también conveniente introducir en la enseñanza caracterizaciones cualitativas sobre conceptos y leyes (Hierrezuelo y Molina, 1990; Pintó, 1991), las cuales pueden ser profundizadas, ampliadas e incluso modificadas durante la instrucción. Ese tipo de análisis podría favorecer la superación de concepciones y estrategias de sentido común así como una comprensión científicamente adecuada del papel que juegan conceptos y leyes en la descripción de un sistema físico y serían, a la vez, coherentes con algunas estrategias científicas tentativas de construcción de conocimientos (Domenech y otros, 2003).

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia referida a la comprensión del concepto de energía eléctrica en circuitos simples de corriente continua. La

investigación se realizó con alumnos de segundo año de carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Tucumán. Dentro del marco teórico que encuadra la investigación, realizamos una profundización sobre la interpretación, dentro de la física clásica, de la noción de energía, así como de ciertos conceptos, leyes y procesos vinculados con ella. En este trabajo presentamos una parte de los resultados de ese estudio. Realizamos un análisis cualitativo sobre el Teorema de Poynting y el vector de Poynting. La revisión bibliográfica sobre el tema permite identificar, para el caso de situaciones estacionarias, dos posturas frente al significado físico del concepto de vector de Poynting. Por otra parte, utilizamos también el Teorema de Poynting para analizar el balance de energía en un circuito resistivo puro de corriente continua y mencionamos algunos aspectos potencialmente útiles para la práctica docente.

Balance de Energía en un Sistema a partir del Teorema de Poynting

Como sabemos, la energía electromagnética puede expresarse en función de los campos eléctricos y magnéticos producidos por las distribuciones de carga superficial y corriente presentes en un determinado sistema de interés (Welti, 2005). El balance de energía puede también formularse en función de esos campos.

En efecto, Poynting arribó hacia 1884, partiendo de las ecuaciones de Maxwell, a una ecuación de la forma (Reitz y Milford, 1969):

$$-\oint_S (\vec{E}\times\vec{H})\cdot d\vec{S} = \frac{\partial}{\partial t}\int_V \frac{1}{2}\left(\vec{E}\,.\,\vec{D}+\vec{B}\,.\,\vec{H}\right)dV + \int_V \vec{E}\,.\,\vec{j}\,dV \qquad (1)$$

Esta ecuación se conoce como "Teorema de Poynting". Recordemos que:

$$u_{EM} = \frac{1}{2}(\vec{E}.\vec{D} + \vec{B}.\vec{H}) \quad (2)$$

es la densidad volumétrica de energía electromagnética y

$$\vec{P} = \vec{E} \times \vec{H} \qquad (3)$$

se denomina vector de Poynting

El primer término del segundo miembro de la ecuación (1) representa el ritmo con que cambia la energía electromagnética almacenada en el volumen V, mientras que el segundo término es la potencia que el campo electromagnético cede o recibe de las cargas encerradas en V. Si es positiva, el campo cede energía a las cargas y éstas podrán emplearla de muy diversas formas, como puede ser almacenando energía cinética, transformándola en energía interna o intercambiando calor con su entorno. El primer miembro, que es el flujo del vector de Poynting a través de la superficie cerrada que limita al volumen V, representa la energía electromagnética por unidad de tiempo que se intercambia entre V y el espacio exterior (Dios Otín y otros, 2010).

Señalemos que las ecuaciones de Maxwell no determinan unívocamente las expresiones para $\vec{P}$ y u_{EM} por lo que, en principio, existen infinitas posibilidades para su definición. En efecto, el teorema de Poynting sigue siendo válido si en la expresión de $\vec{P}$ se adiciona el rotor de cualquier función

vectorial y en la expresión de u_{EM} se agrega una función arbitraria independiente del tiempo (Levich, 1995):

$$-\oint_S (\vec{E}\times\vec{H} + \text{rot}\,\vec{f}_1)\cdot d\vec{S} = \frac{\partial}{\partial t}\int_V [\frac{1}{2}(\vec{E}\,.\,\vec{D} + \vec{B}\,.\,\vec{H}) + f_2]\,dV + \int_V \vec{E}\,.\,\vec{j}\,dV \qquad (4)$$

Interpretación del Concepto de Vector de Poynting

Diferentes autores manifiestan distintas posturas frente al significado físico del vector de Poynting, sobre todo para el caso de situaciones estacionarias, o cuasi estacionarias, en las que pueden despreciarse efectos de radiación electromagnética. A partir del análisis de la bibliografía pueden discriminarse, básicamente, dos perspectivas frente a la interpretación de este concepto.

De acuerdo a una primera postura, algunos autores argumentan que las ecuaciones de Maxwell sólo dan un significado físico a la divergencia del vector de Poynting y no al vector mismo (Jackson, 1966). En efecto, como ya hemos mencionado, tanto la expresión para el vector de Poynting como para la densidad de energía electromagnética no están definidas unívocamente y experimentalmente no se ha podido hasta el momento discriminar cuáles serían las más adecuadas (Feynmann y otros, 1987). Por lo tanto, de acuerdo a esta perspectiva, se considera conveniente, para el caso estacionario, otorgar significado físico sólo al flujo del vector de Poynting a través de una superficie cerrada S (Iñiguez de la Torre y otros, 2002), el cual equivale a la energía electromagnética que, por unidad de tiempo, se transfiere hacia o desde el espacio exterior al volumen limitado por la superficie de integración (Reitz y otros, 1969). Sin embargo, si se dividiera la superficie S en fracciones S_i, en principio no sería lícito afirmar que cada una de

las integrales parciales represente la potencia que atraviesa la superficie S_i. La interpretación del vector de Poynting como la energía electromagnética que por unidad de tiempo y de área, atraviesa cada elemento de superficie perpendicular al "movimiento de la energía", sólo se considera correcta, dentro de esta postura, para el caso de campos radiantes, pero para campos estacionarios, donde no existe propagación, la interpretación de $\vec{P}$ como un vector que describe el flujo local de energía no se considera pertinente (Electromagnetic Group of Granada, 2010).

Se argumenta también que en algunos casos estáticos donde claramente no hay transferencias de energía electromagnética, el vector de Poynting indicaría (incorrectamente) un "flujo de energía". Así, por ejemplo, en el caso de un dipolo magnético en reposo, que además posee una carga eléctrica, se podría calcular un vector de Poynting con líneas de fuerza cerradas alrededor del dipolo. La interpretación de $\vec{P}$ como flujo local de energía nos conduciría a afirmar que la energía electromagnética "fluye" alrededor del sistema, de modo que para una superficie cerrada, la cantidad de energía que entra a la superficie, por unidad de tiempo, es igual a la cantidad de energía que sale de esa superficie, por unidad de tiempo (Feynmann y otros, 1987). En casos como éste, parece más conveniente razonar en términos de la integral del vector de Poynting, que es nula para una superficie cerrada, indicando que no hay transferencia de energía electromagnética a través de aquélla.

Una segunda postura compartida por otros autores (Galili y Goihbarg, 2005; Sefton, 2002) considera que, aún para el caso de campos invariantes en el tiempo (como los que se presentan en un circuito resistivo puro con una fuente de tensión continua) o situaciones cuasi estáticas donde pueden despreciarse efectos de radiación (como ciertos procesos de

carga y descarga de un capacitor), resulta útil interpretar no sólo el flujo del vector de Poynting sino al vector mismo. Así, pueden encontrarse afirmaciones como las siguientes: "Tenemos, pues, que representarnos el campo electromagnético, en general, como cursado todo él por corrientes de energía. Ésta se traslada de unos puntos a otros, cambia de magnitud y de forma y se disipa, irreversiblemente, en aquellas partes del campo en las que la resistividad es distinta de cero y existe un vector densidad de corriente eléctrica" (Lucía, 1948, p. 142). O bien "…los metales son buenos conductores de la corriente pero no buenos conductores de la energía. Los metales conducen la corriente pero el espacio que los rodea conduce la energía y el mejor conductor de la energía es ¡el vacío!" (Sommerfield, 1952, citado por Matar y Welti, 2011, p. 5). Con respecto a esta afirmación notemos que cuando se calcula el vector de Poynting en un punto interior de un conductor donde circula corriente, $\vec{P}$ apunta perpendicularmente al eje del conductor (ya que es perpendicular al campo eléctrico, a su vez paralelo a la corriente. Es decir, dentro del conductor, $\vec{P}$ no tiene ninguna componente paralela al mismo). Pero, al calcularlo fuera del conductor y en sus proximidades, debido a la presencia de una componente del campo eléctrico perpendicular al conductor, además de la componente tangencial, el vector de Poynting posee componentes tanto perpendicular como paralela a la corriente. Sobre esto, Lucía (1948, p. 149) afirma: "La teoría clásica del campo electromagnético nos conduce a la consecuencia de que, en un transporte eléctrico de energía, ésta se transmite por el dieléctrico y no por los hilos, como vulgarmente se cree. Los hilos sólo sirven para guiar la transmisión en el dieléctrico, y este servicio no lo hacen sin recibir por él un pequeño tributo: la energía disipada en su seno en forma calorífica".

Dentro de esta perspectiva se argumenta que la interpretación local de $\vec{P}$ no es aceptable cuando las fuentes de los campos eléctricos y magnéticos son independientes entre sí (como en el caso del dipolo magnético cargado). Aún en una situación estacionaria o cuasi estacionaria, $\vec{P}$ se interpreta como la energía transferida por unidad de tiempo y de área.

Desde el punto de vista de la enseñanza, consideramos que si se adoptara esta segunda postura, debería hacerse con sumo cuidado, ya que se correría el riesgo de que los aprendices asocien siempre a campos radiantes y en forma acrítica, el flujo de energía vinculado al vector de Poynting. Durante la instrucción y en libros de texto usuales en ciclos básicos universitarios, en general se aborda el estudio del vector $\vec{P}$ para el caso de ondas electromagnéticas, donde se admite que trenes de onda que se desplazan a través del espacio transportan energía electromagnética de un lugar a otro (Young y otros, 2009; Resnick y otros, 2010). Esta interpretación podría ser aceptada por los estudiantes sin mayores dificultades. Sin embargo, las transferencias de energía electromagnética a través de campos estáticos, es decir, el transporte de energía por campos que no cambian con el tiempo, parece representar una idea mucho más abstracta y difícil de comprender.

Balance de Energía en un Circuito Resistivo Puro de Corriente Continua a partir del Teorema de Poynting

Consideremos ahora un circuito formado por una resistencia, cables de conexión y alimentado por una fuente de tensión continua, en estado estacionario. Bajo estas condiciones, si definimos una superficie que encierre a la resistencia, la energía electromagnética dentro del volumen limitado por la

superficie no varía, con lo que el primer término del segundo miembro de la ecuación (1) sería cero. El flujo del vector de Poynting, que es hacia adentro de la superficie implica un trasvase de energía electromagnética desde el exterior hacia el volumen V y, de acuerdo a (1), es igual a la potencia cedida a la resistencia. La energía que por unidad de tiempo, se transforma de electromagnética a energía interna o se transfiere al medio como calor, proviene del espacio exterior al volumen V (García Canal, 2010).

Si comparamos la ecuación (1) con el enunciado del primer principio de la termodinámica para este circuito, en estado estacionario, el primer miembro correspondería al trabajo efectuado (por unidad de tiempo) por la fuente, mientras que el segundo miembro correspondería al cambio de energía interna más el calor intercambiado (por unidad de tiempo).

Señalemos que la transferencia de energía electromagnética desde el exterior hacia V, no implica, en estado estacionario, la disminución de la energía de los campos exteriores, debido al trabajo que las cargas realizan sobre el campo, al moverse en contra del campo eléctrico conservativo dentro de la fuente. En efecto, si consideramos ahora una superficie que encierre a la fuente y escribimos el teorema de Poynting en la forma:

$$-\int_V \vec{E}\,.\,\vec{j}\,dV = \frac{\partial}{\partial t}\int_V \frac{1}{2}\left(\vec{E}\,.\,\vec{D} + \vec{B}\,.\,\vec{H}\right)dV + \oint_s (\vec{E}\times\vec{H})\cdot d\vec{S}$$

El primer miembro, que en este caso es positivo, debido a que la corriente circula en sentido contrario al campo dentro de la fuente, representa el trabajo realizado por las cargas sobre el campo dentro del volumen V (como sabemos, el movimiento de las cargas en contra del campo, implica la acción de fuerzas no

conservativas sobre las cargas originadas por la fuente de fuerza electromotriz). Como en este caso estacionario la energía electromagnética no cambia dentro del volumen V, ese trabajo se traduce en un trasvase de energía electromagnética hacia el espacio exterior a V.

En síntesis, el trabajo realizado por las cargas sobre el campo dentro de la fuente tiende a incrementar la energía electromagnética en el espacio exterior a la fuente, mientras que el trabajo que el campo realiza sobre las cargas en la resistencia tiende a disminuir esa energía fuera de la resistencia. En consecuencia, se establece un equilibrio dinámico en el que la energía electromagnética asociada al campo, que se mantiene estacionario, no varía. Como afirman Resnick y Halliday (1974) los campos actúan como "almacenadores temporales de energía": la fuente de fem transfiere energía al campo, a través del trabajo que las cargas circulantes realizan sobre él. A su vez, el campo transfiere energía a la resistencia mediante el trabajo realizado por el campo sobre las cargas que circulan a través de ella. En este marco conceptual es el campo electromagnético el que aparece como intermediario para la transferencia de energía entre la fuente y la resistencia.

Si bien el balance energético en el circuito a partir del Teorema de Poynting puede realizarse sin dar una interpretación física al vector de Poynting mismo, cabe mencionar que algunos autores que comparten la segunda postura antes analizada, afirman que, desde un punto de vista didáctico, puede resultar conveniente en el circuito resistivo puro, interpretar a $\vec{P}$ como la energía transferida, por unidad de tiempo y de área. Esta idea podría favorecer la superación de ciertas preconcepciones tales como la creencia de que la energía se transporta a través de los cables (Plonus, 1994) y la no diferenciación entre corriente y energía. Notemos que, en un circuito simple de corriente

continua, mientras la corriente retorna a la fuente, el vector de Poynting, que nos indicaría la dirección en que se transfiere la energía, siempre apunta saliendo de la fuente e indicaría correctamente la dirección en la que se produce esa transferencia (Galili y Goihbarg, 2005).

Comentarios Finales

La investigación educativa muestra, cada vez con mayor énfasis, la conveniencia de introducir en la instrucción, de manera sistemática y continuada, la consideración de cuestiones cualitativas (además de las cuantitativas) que favorezcan una comprensión más significativa del conocimiento científico (Gil Pérez, 1993; Salinas, 1994; Domenech y otros, 2003).

Ello plantea todo un desafío para la comunidad de educadores en ciencias. Las formulaciones matemáticas de la física encierran significados a los que no siempre es sencillo acceder. La interpretación de conceptos y leyes, que debe guardar rigurosidad y coherencia con las teorías científicas, se encuentra en permanente revisión y puede ser enriquecida por puntos de vistas no considerados con anterioridad.

En el caso del vector de Poynting, su interpretación para el caso de situaciones independientes del tiempo sigue originando posiciones dispares. Algunos autores prefieren, para el caso estacionario, otorgar significado físico sólo al flujo del vector de Poynting. Otros consideran que aún en aquellas situaciones, resulta útil considerar al vector de Poynting como la energía transferida por unidad de tiempo y de área, en cada punto del espacio. Esta interpretación podría favorecer, por ejemplo, la discriminación entre corriente y energía transferida en un circuito. Sin embargo, la idea de transferencias de energía

a través de campos estacionarios podría ser difícil de comprender para los estudiantes, habituados a relacionar el vector de Poynting sólo a la radiación electromagnética, por lo que su tratamiento durante la instrucción debería realizarse con sumo cuidado.

Bibliografía

Bunge, M. (1980). *La Ciencia, su Método y su Filosofía*, Ed. Siglo Veinte, Buenos Aires.

Dios Otin, F.; Artigas García, D.; Recolons Martos, J.; Comerón Tejero, A. y Canal Bienzobal, F. *Campos electromagnéticos*, http://200.105.152.242/olimpíada/file.php/1/LIBROS_OLIMPÏADAS/ELECTROMAGNETISMO/LIBRO_UPC_CAMPOS_ELECTROMA.PDF, consultado en agosto de 2011.

Domenech, J. L.; Gil-Perez, D.; Gras, A.; Guisasola, J.; Martinez-Torregrosa, J.; Salinas, J.; Trumpeter, R. y Valdes, P. (2003). La Enseñanza de la Energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Cad. Bras. Ens. Fis., 20(3), pp. 285–311.*

Electromagnetic Group of Granada (2010). *Campo electromagnético. Propagación y radiación*, http: //Maxwell.ugr.es, consultado en octubre de 2010.

Einstein, A. e Infeld, L. (1986). *La Fisica, Aventura del Pensamiento*, Ed. Lozada, Buenos Aires.

Feynman, R. P; Leighton, R. B. y Sands, M. (1987). *Física, vol. II: Electromagnetismo y materia*, Addison–Wesley Iberoamericana.

Galili, I. y Goihbarg, E. (2005). Energy transfer in electrical circuits: a qualitative account. *Am. J. Phys*., 73(2), pp. 141-144.

Garcia Canal, A., www.guspepper.net/electro/García->Canal/Cap%201%pag%2015-32.pdf, consultado en agosto de 2011.

Gil Pérez, D.(1993), Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp. 197 – 212.

Hierrizuelo Moreno, J. y Molina Gonzalez, E. (1990), Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 23-30.

Iñiguez de la Torres J., García Flores A., Muñoz Muñoz J., de Francisco Garrido C. (2002). *Problemas de electrodinámica clásica*, Ed. Univ. Salamanca, España.

Jackson, J. D. (1966). *Electrodinámica clásica*, Ed. Alahambra, España.

Levich, V. (1995). *Física teórica – vol.I – Teoría del campo electromagnético y teoría de la relatividad*, Ed. Reverté, Barcelona.

Lucia, P. J. (1948). Sobre el vector de Poynting, *Revista de obras públicas*, Año XCVI, núm. 2796, pp. 141-149.

Matar, M. y Welti, R. (2011), Las cargas y los campos que rodean un circuito y los ejemplos de J. H. Poynting sobre la transferencia de energía electromagnética, *Rev. Bras. Ens. Fís.*, 33(1), pp. 01-10.

Pintó, M. R. (1991). *Algunos conceptos implícitos en la primera y la segunda leyes de la termodinámica: una aportación al estudio de las dificultades de su aprendizaje*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

Plonus, M. (1994). *Electromagnetismo aplicado*, Ed. Reverté, Barcelona, España.

Reitz J. R., Milford F. J., Christy R. W. (1969). *Fundamentos de la teoría electromagnética*, Ed. Hispano Americana, México.

Resnick, R. y Halliday, D. (1974). *Física*, Compañía Ed. Continental, México, 1974.

Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (2010). *Física, vol. 2*, Grupo Ed. Patria, México.

Salinas de Sandoval, J. (1994). *Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios*, Tesis Doctoral, Universitat de Valencia, España.

Sefton, I. M. (2002). Understanding electricity and circuits: what the books don't tell you. *Proceedings of the 10th Biennial Science Teachers' Workshop*, The University of Sydney, Australia.

Warren, J. (1982). The nature of energy. *Eur. J. Sci. Educ.*, 4(3), pp. 295-297.

Welti, R. (2005). Las cargas superficiales y el flujo de energía en un circuito simple. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 27(4), pp. 577-582.

Young, H.; Freedman, R. y Lewis Ford, A. (2009). *Sears Zemansky Física Universitaria con Física Moderna, Vol. 2, Decimosegunda edición,* Pearson Education, México.

Articulación mediante TICs entre las Facultades de la Salud y la Vida y las Sedes lejanas del CBC en la Enseñanza de la Biofísica

Silva, Adrián[1] y Trejo, Fernanda[2]

1: Cátedras de Física y Biofísica,Departamento V de Ciencias Exactas, Ciclo Básico Común (CBC), Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA).

Centro Regional Norte (CRN) San Isidro, Córdoba 2001, CC 1640

2: Instituto Superior de Formación Docente Nº 117 José Gervasio Artigas, Provincia de Buenos Aires.

Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto de uso de las tecnologías de la comunicación y la información (TIC'S) en relación con una nueva población estudiantil que reside en regiones que distan hasta 400 km de la ciudad de buenos aires en las llamadas sedes lejanas (SL) del ciclo básico común (CBC) de la Universidad de Buenos Aires (UBA), y la situación de articulación y demanda social de las Facultades del Área de la Salud Y la Vida: Medicina, Bioquímica y Farmacia, Odontología, Agronomía y Veterinaria (FSV). Este proyecto se aplica especialmente como herramienta de integración al caso de la

enseñanza de la Biofísica del CBC, asignatura con un exigente plan académico en temas de física general. la inserción en las FSV se da a través de clases especiales dictadas en dichas facultades, en relación con la perspectiva biológica de los temas tratados en Biofísica. El uso de aulas virtuales, plataformas tecnológicas y aulas multimedia, recursos de uso creciente y económicamente accesibles, forman parte de una estrategia para hacer llegar a los estudiantes de las SL las clases de las FSV. La iniciativa es alentada por los varios actores intervinientes, que incluyen autoridades municipales, estatales y académicas, y puede ser aplicada en otros contextos educativos.

Palabras Clave: TIC's; Aula virtual; Inclusión educativa; Enseñanza de la Biofísica.

Introducción

La Universidad de Buenos Aires está conformada por 13 facultades en las cuales se imparten un total de 78 carreras de grado y 116 títulos derivados de aquellas (que constituyen un tercer nivel en la enseñanza), además de varias carreras de posgrado que son de cuarto nivel (especializaciones y máster),de quinto nivel (doctorados) y de sexto nivel (posdoctorados). Además, la Universidad presta servicios en el área de la salud a través de una red de instituciones conformadas por: un Instituto de Investigaciones Médicas; un Instituto de Oncología; un Instituto de Tisioneumología; el Hospital de Clínicas; el Hospital Escuela de la Facultad de Ciencias Veterinarias y el Hospital Odontológico Universitario.

Facultades de la UBA	Cantidad de alumnos
Arquitectura Diseño Y Urbanismo	25.748
Ciencias Económicas	36.377
Ciencias Exactas Y Naturales	7.120
Ciencias Sociales	22.016
Ciencias Veterinarias	4.283
Derecho	23.790
Farmacia Y Bioquímica	4.970
Filosofía Y Letras	15.289
Ingeniería	8.698
Medicina	24.198
Odontología	2.046
Psicología	16.162
Agronomía	4.488
Ciclo Básico Común	67.445
Total	262.932

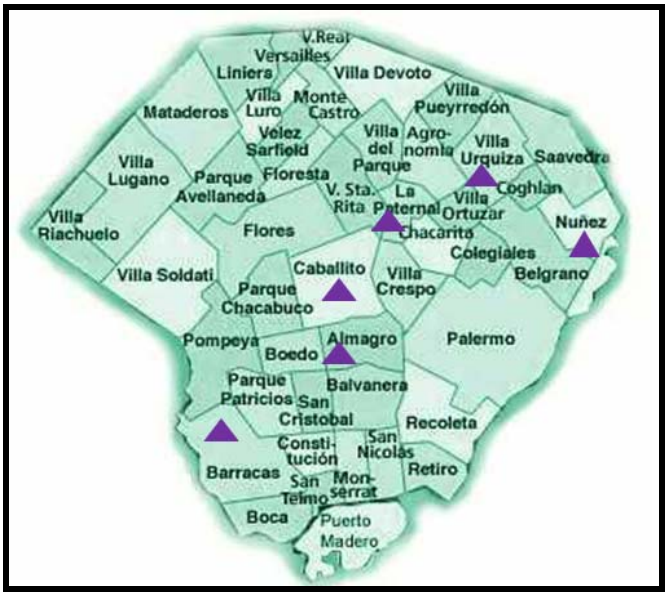
Tabla 1: Población estudiantil según distintas facultades

Distribución Geográfica de las Sedes del CBC

Desde 1985 el primer año de todas las carreras de la UBA lo constituye el Ciclo Básico Común (CBC), que debe aprobarse antes de poder ingresar a la facultad correspondiente. En muchos casos la masividad constituye un obstáculo, debido a las posibilidades de cada Facultad FSV (Pérez Albizú, 2001).

Un aspecto clave en el funcionamiento de las sedes lejanas es la fuerte interacción con los gobiernos municipales. Los acuerdos institucionales entre la UBA y los municipios contemplan el compromiso salarial y de infraestructura por parte

de las intendencias y el académico por parte de la UBA. Para los municipios representa una cuestión de política la promoción del conocimiento, para la UBA, un crecimiento basado en la distribución democrática del conocimiento y la igualdad de oportunidades. En la actualidad, el CBC cuenta con 6 sedes en Capital Federal y 15 en ciudades del interior de la Provincia de Buenos Aires.



Sedes del CBC en Capital Federal (Barrios)
"José Luis Romero (Barracas)
"Ciudad Universitaria (Nuñez)
"Leónidas Anastasi" (Villa Urquiza)
"Dr. José María Ramos Mejía" (Almagro)
Centro Regional Paternal (La Paternal)
Anexo Puán (Caballito)

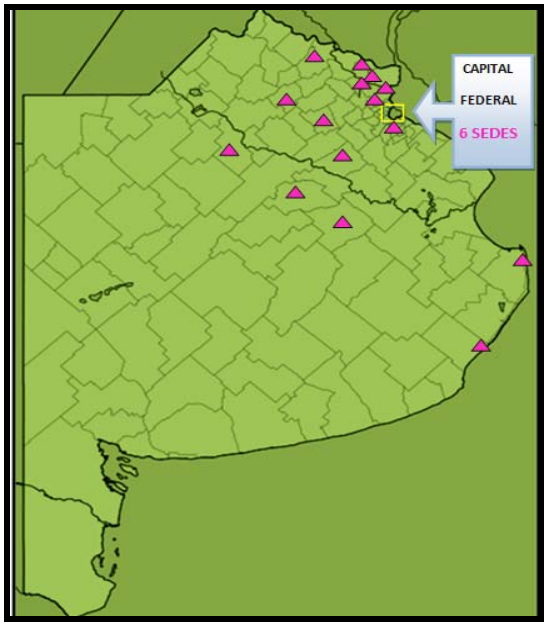



Sede Ciudad UniversitariaSede Dr. José Luis Romero




Centro Regional PilarCentro Regional Norte

Sedes Lejanas Del CBC	AL Km 0
Centro Regional Sur (Avellaneda)	8 km
Centro Regional Norte	18 km
Centro Regional Escobar	59 km
Centro Regional Saladillo	180 km
Centro Regional Mercedes	100 km
Centro Regional Baradero	160 km
Centro Regional Moreno	44 km
Centro Regional San Miguel	34 km
Centro Regional Bragado	200 km
Centro Regional Chivilcoy	160 km
Centro Regional Tigre	30 km
Centro Regional Pilar	50 km
Centro Regional Lobos	98 km
Centro Regional de la Costa	343 km
Sede Villa Gesell	378 km



Distribución de las SL

El Caso Especial de Biofísica

En el caso de las Ciencias de la Salud y la Vida (Facultades de Medicina, Farmacia y Bioquímica, Odontología, Agronomía y Veterinaria) los estudiantes deben cursar Introducción a la Biofísica en el CBC. Es una asignatura de grado de 16 semanas de duración con 6 hs semanales de carga horaria, y clases teórico –prácticas con oferta en amplias bandas horarias desde las 7 am hasta las 11pm de lunes a sábados. Es correlativa de Matemática I (cálculo diferencial e Integral) e incluye contenidos de Mecánica (Unidad I), Hidrostática e Hidrodinámica de fluidos ideales y reales, Fenómenos de transporte: difusión y ósmosis (Unidad II), Mecanismos de transmisión del calor, Leyes de la Termodinámica y equilibrio de fases (Unidad III), Electrostática y Electrodinámica (Unidad IV). La cátedra de Biofísica reúne alrededor de 8000 alumnos

distribuidos en seis Sedes del CBC en la Capital Federal y 14 SL. Biofísica fue creada en el año 2000 como parte de un convenio firmado en el rectorado de la UBA, en el que las FSV delegaban el dictado de Biofísica a la Cátedra de Física del CBC. A su vez, las FSV dictarían 6 clases que ofrecerían la perspectiva biológica y profesional de los temas de las cuatro Unidades temáticas. Es la única asignatura del CBC con estas características de articulación. Desde su creación, Biofísica cumple el rol de formar en los fundamentos teóricos y aplicados indispensables a los futuros profesionales del área. La importancia académica de este emprendimiento resulta evidente.

Proyecto de Uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Integración de las Facultades con las Sedes Lejanas

Las tecnologías de la información se constituyen en la actualidad en herramientas que permiten derribar obstáculos y acortar distancias.

Los estudiantes universitarios actuales viven ya en la Sociedad de la Información, que está "modelada por los continuos avances científicos y por la tendencia de la globalización económica y cultural, que cuenta con una difusión masiva de la informática y los medios audiovisuales de comunicación en todos los estratos sociales y económicos". (Marqués Graells, 2001)

Es usual observar en los alumnos destreza en el manejo de todos los elementos que la actual tecnología les ofrece; así observamos cómo emplean nuevos sistemas para comunicarse, compartir información, realizar búsquedas y establecer redes de sociabilización.

Resulta de interés actual aproximar la educación formal a estas prácticas cotidianas en los estudiantes, ampliando sus experiencias formativas,utilizando medios que van a encontrar por todas partes en su vida profesional y que forman parte de la cultura tecnológica que lo impregna todo (Reyes Burgos, 2006)

El acceso a estos recursos facilita una interacción y una rapidez en el flujo de la información como nunca antes soñó la educación. De allí la urgencia de adaptar nuestros modelos de enseñanza y potenciar la integración cultural en la diversidad valiéndonos de estas herramientas que nos brinda la tecnología (Sáez Vacas, 1997).

La educación universitaria debe plantearse nuevos desafíos para continuar siendo un motor de cambio, progreso y cohesión social. La intención que subyace a este programa es fortalecer los ejes que sustentan a la UBA: la igualdad de oportunidades y la inclusión social.

Frente a este desafío nos planteamos los siguientes objetivos:

- Provocar un acercamiento entre las Facultades dedicadas a la enseñanza de las Ciencias de la Salud y de la Vida pertenecientes a la Universidad de Buenos Aires y los alumnos del interior de la provincia que cursan el primer año de su formación universitaria de grado en las Sedes Lejanas del Ciclo Básico Común.
- Instaurar un servicio innovador de aprendizaje interactivo, explotando los recursos tecnológicos existentes e implantando aquellos que fueran adecuados para ampliar el marco de actuación de la universidad al ámbito provincial.
- Proporcionar acceso a la tecnología a los alumnos de las sedes lejanas del CBC, de forma que puedan desarrollar

acciones de aprendizaje autónomamente, con ayuda de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

En vistas al cumplimiento de estos objetivos, estamos abocados a la gestión e incorporación de las siguientes herramientas tecnológicas.

El aula virtual

Boneu(2007) plantea que el proceso de aprendizaje no es ajeno a los cambios tecnológicos, así pues el aprendizaje a través de las TIC (llamado e-Learning) es el último paso de la evolución de la educación a distancia. El e-Learning proporciona la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje centrado en el estudiante, estos escenarios se caracterizan además por ser interactivos, eficientes, fácilmente accesibles y distribuidos. Un escenario de e-Learning debe considerar ocho aspectos del mismo: diseño institucional, pedagógico, tecnológico, de la interfaz, evaluación, gerencia, soporte y ética de uso. Más adelante explica que las plataformas e-learning son el software del servidor que se ocupa principalmente de la gestión de usuarios, gestión de cursos y servicios de comunicación, dando el soporte necesarios al escenario e-learning.

Según Hellers(2004) Un entorno virtual de aprendizaje es un espacio con accesos restringidos, concebido y diseñado para que las personas que acceden a él desarrollen procesos de incorporación de habilidades y saberes, mediante sistemas telemáticos. El aula virtual es, pues, un entorno educativo que intenta facilitar el aprendizaje cooperativo entre estudiantes, entre estudiantes y docentes, entre los propios docentes y entre

una clase y comunidades más amplias, académicas y no académicas. El aula virtual es un medio en la red para realizar actividades que conducen al aprendizaje. (Horton, 2000)

Esta no debe ser solo un mecanismo para la distribución de la información, sino que debe ser un sistema donde las actividades involucradas en el proceso de aprendizaje puedan tomar lugar, es decir que deben permitir interactividad, comunicación, aplicación de los conocimientos, evaluación y manejo de la clase.

El aula virtual como complemento de clase presencial

La WWW es usada en una clase para poner al alcance de los alumnos el material de la clase y enriquecerla con recursos publicados en Internet. También se publican en este espacio programas, horarios e información inherente al curso y se promueve la comunicación fuera de los límites áulicos entre los alumnos y el docente, o para los alumnos entre sí. Este sistema permite que los alumnos se familiarizan con el uso de la tecnología que viene, les da acceso a los materiales de clase desde cualquier computadora conectado a la red, les permite mantener laclase actualizada con últimas publicaciones de buenas fuentes, y especialmente en los casos de clases numerosas, los alumnos logran comunicarse aun fuera del horario de clase sin tener que concurrir a clases de consulta, pueden compartir puntos de vista con compañeros de clase, y llevar a cabo trabajos en grupo (Marqués Graells2001)

Diseño, Metodología y Situación actual del Proyecto

Aulas Virtuales:

Bajo la administración del autor principal de este trabajo y coordinador de la Cátedra de Biofísica en Sedes Lejanas, se diseña el programa académico de uso del Aula Virtual, indicando las actividades a desarrollar por semana, según el desarrollo curricular y cronograma de la asignatura (cabe destacar en este punto que todas las sedes del CBC, tanto las situadas en la Ciudad de Buenos Aires como las Sedes Lejanas se atienen a un mismo cronograma de secuencia de contenidos)

Se confeccionan los contenidos para los objetos de aprendizaje, que se emplearán en el aula virtual: imágenes, gráficos, animaciones, guías de ejercicios, filmaciones de clases, modelos de examen, etc. Se procede a la generación del Aula Virtual mediante un protocolo estándar del sistema de plataformas virtuales Moodle, perteneciente al grupo de los Gestores de Contenidos Educativos conocidos como Entornos de Aprendizaje Virtual (Baños Sancho, 2007).

El próximo paso en la prosecución de esta iniciativa, consiste en la matriculación de los alumnos de las SL mediante una clave que les será asignada a comienzo del cuatrimestre y que les permitirá acceder al sistema y hacer uso de los recursos de aprendizaje y apoyo contenidos en ella.

El soporte técnico para la incorporación de este recurso en las distintas sedes, fue instalado y puesto en marcha, gracias a la intervención de la red CITEP (Centro de Innovaciones en Tecnología y Pedagogía), creado en 2008 por la Secretaría de Asuntos Académicos del Rectorado de la UBA con el propósito de crear un espacio dedicado a trabajar con y para los docentes de

la universidad en los desafíos que plantea la incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de nivel superior.

El CITEP trabaja con las unidades académicas, departamentos y cátedras, en la identificación de necesidades y oportunidades para el desarrollo de proyectos de tecnología educativa que promuevan procesos de mejora e innovación pedagógica.

La implementación de un plan sistemático de formación continua en nuevas tecnologías y educación para todos los docentes de la Universidad es clave en los procesos de inclusión de herramientas, aplicaciones y entornos digitales. A través de un trabajo articulado con las distintas unidades académicas de la universidad, el CITEP lidera el proceso de inclusión genuina de nuevas tecnologías en las prácticas de enseñanza con el propósito de promover la mejora y el enriquecimiento de las propuestas pedagógicas de la UBA.

Este proceso involucra las siguientes acciones:

- El desarrollo de proyectos y herramientas que permitan abordar los desafíos pedagógicos y la enseñanza de las disciplinas científicas en las cátedras, programas y carreras de las diversas unidades académicas.
- El asesoramiento personalizado sobre la inclusión de tecnología en las prácticas de enseñanza a todos los profesores y departamentos de la UBA.
- La capacitación y actualización (en forma presencial y virtual) en los usos de las nuevas tecnologías para todos los docentes de la universidad.
- El intercambio y la difusión de experiencias innovadoras vinculadas con la inclusión de nuevas tecnologías para la mejora de las prácticas pedagógicas en la universidad.

(Para más detalles acerca del CITEP consultar www.citep.rec.uba.ar).

Actividades y Recursos En Moodle

Las actividades en Moodle son esencialmente interactivas y por lo tanto respetan un estilo de aprendizaje colaborativo, social.

Alonso Reyes, et al. (2005) presentan los resultados de un estudio de la valoración de las potencialidades de las actividades de Moodle para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, realizado con docentes de la Universidad Pedagógica "José Martí" de Camagüey, Cuba. Capacitaron a los docentes mediante un curso presencial sobre el uso de Moodle en la educación presencial y a distancia, los docentes capacitados posteriormente desarrollaron cursos utilizando este sistema. Valorando durante la ejecución de los mismos las potencialidades de las actividades: Foro, Chat, Diario, Cuestionario, Taller, Tarea y Diálogo.

Foros

Sirven como espacio de comunicación formado por cuadros de diálogo en los que se van incluyendo mensajes. Los estudiantes pueden realizar aportaciones, aclarar o refutar otras, de una forma asincrónica, haciendo posible que las aportaciones y mensajes permanezcan en el tiempo a disposición de los demás participantes (Arango 2003).

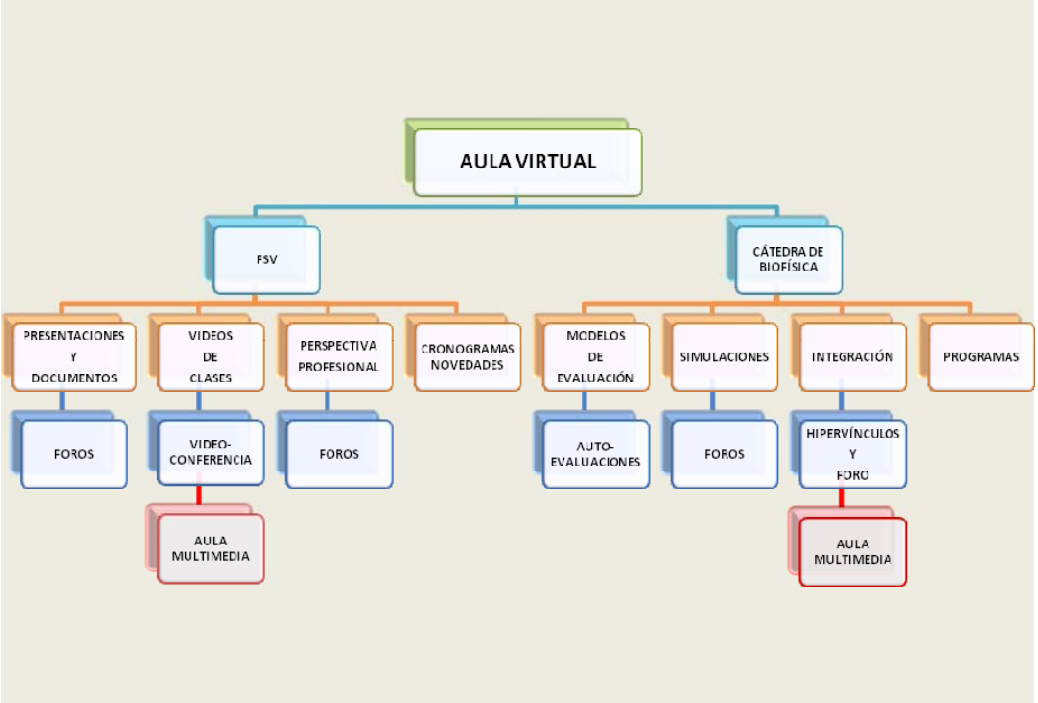
Una de las principales características de los foros virtuales y que definen su carácter es la asincronía. Los foros son

herramientas que se pueden utilizar y consultar en cualquier momento, sin que sea necesario pactar una hora concreta. Este carácter asincrónico trae consigo aparejada otra gran característica de los foros, y es que son herramientas que permiten un mayor grado de reflexión de lo aportado por los demás. El foro de discusión facilita la colaboración y la elaboración de ideas mediante su discusión con pares. Esto es especialmente importante para los estudiantes, que necesitan desarrollar su pensamiento crítico y adquirir confianza al opinar ante sus compañeros y comprobar que sus opiniones resultan relevantes y respetables para ellos.

Organización Primaria

La estructura del aula virtual de Biofísica sigue una lógica simple de intervención y funciones como se observa en el Organigrama. Cada color indica un nivel de concreción del plan. Las Actividades orientadas al aprendizaje colaborativo son esenciales para evaluar los resultados del uso del aula virtual. Así los foros, las autoevaluaciones, el número de participantes, su frecuencia de acceso y calidad, indicarán lo correcto o corregible de la propuesta.

Ticactores.....
Recursos Moodle..... ...dades Moodle.....
Recursos Tecnológicos.. ...tividad .....



Los recursos de Moodle son predominantemente estáticos a este nivel, aunque las simulaciones permiten modificar los parámetros, y más aún a través de programas de código abierto, tales como el WolframResearch Project, pueden acrecentar la profundidad conceptual de un proceso.

Cada Facultad tiene un organigrama como el mostrado. Los foros son utilizados por los alumnos registrados, para discutir un problema, formular una pregunta, etc. Y los docentes responsables de cada Facultad pueden libremente interactuar con ellos.

Aulas Multimedia

En la actualidad son seis las sedes del CBC que cuentan con Aula Multimedia. El proyecto que planteamos consiste en hacer llegar a cada una de estas sedes y próximamente a todas aquellas que incorporen estos espacios en su infraestructura, una conexión con las Facultades de Farmacia y Bioquímica; Medicina y Odontología. Mediante la utilización de video conferencia, los alumnos de las Sedes Lejanas podrán acceder a las clases magistrales dictadas en el Aula Magna de cada una estas facultades en tiempo real. Más aun, no sólo tendrán la oportunidad de acceder "virtualmente" a las clases, sino que además, podrán realizar consultas y comentarios participando activamente de las mismas. Esta iniciativa marca el profundo interés de la Cátedra de Biofísica en fomentar espacios de interacción e integración entre el CBC y las Facultades dónde los alumnos proseguirán sus estudios, brindándoles la posibilidad de un acercamiento más concreto a las implicancias propias de sus futuras carreras.

El esquema siguiente muestra la integración entre los contenidos de la currícula de Física e Introducción a la Biofísica secuenciado según unidades temáticas, y las clases magistrales de las respectivas Facultades del área de la Salud y la Vida.

	Clases Magistrales de las Facultades		
Currícula de Biofísica	Odontología (FO)	Farmacia y Bioquímica (FFYBQ)	Medicina (FMED)
Unidad I: Mecánica	Introducción a la mecánica masticatoria y de los materiales dentales	El hombre como estructura mecánica sobre la superficie de la Tierra (Estática de sólidos y líquidos)	El hombre como compartimiento
Unidad II: Fluídos ideales y reales	Mecánica de fluídos en los sistemas respiratorio y circulatorio	El aparato circulatorio humano como sistema tubular cerrado en el campo gravitatorio	Mecánica respiratoria y regulación de la presión arterial
Unidad II: Fenómenos de transporte	Soluciones biológicas. Transporte de iones y moléculas a través de membranas celulares	Introducción al estudio de las membranas biológicas	Clase integradora
Unidad III: Electrostática y Electrodinámica	Bioelectricidad. Corrientes iónicas celulares	Los fenómenos bioeléctricos en el hombre	Bioelectricidad. La comunicación nerviosa
Unidad IV: Termodinámica	Bioenergética: aplicaciones fisiológicas de la termodinámica	El hombre como sistema termodinámico	Termodinámica y metabolismo
***Unidad V: Ondas mecánicas y electromagnéticas * Actualmente no se dicta**	Ondas: Luz y sonido. Introducción a los rayos X	Visión y audición	Ondas y su percepción por el hombre

Conclusiones y Perspectivas

En el presente trabajo, hemos hecho una reseña que creemos necesaria para comprender el proyecto de integración mediante TIC´s, sobre el funcionamiento de la UBA, el CBC y dentro de esta unidad académica de la materia Introducción a la Biofísica, su inserción en las FSV y sus alcances. El proyecto contempla hacer llegar clases especiales a las SL en las que se cursa Biofísica, haciendo uso de aulas virtuales aportadas por el CITEP, y permitir de este modo el contacto entre docentes y estudiantes, así como el uso interactivo de los recursos multimedia existentes para intercambios en tiempo real. Este plan de acción requiere de apoyatura técnica y una formación continua de auxiliares y Profesores, que estamos convencidos, propicia el crecimiento personal y académico. Las distintas partes interesadas –cátedras, funcionarios, estudiantes- han mostrado una alentadora respuesta, presentando gran interés en la iniciativa. La experiencia que describimos dada su breve extensión temporal no brinda aún la posibilidad de hacer generalizaciones ni evaluaciones medidas de manera rigurosa, pero si nos permite realizar proyecciones acerca de su impacto. Por un lado, ofrece la oportunidad de hacerse extensiva a otros ámbitos educativos. En un contexto más general y de mayor alcance, ofrece un ámbito de colaboración con gobiernos municipales y provinciales interesados en la educación superior de sus ciudadanos. Por último, propicia la posibilidad de tender nexos con países vecinos en áreas afines de la difusión del conocimiento.

Bibliografía

Alonso Reyes, R. et al.(2005). La evaluación del aprendizaje usando las actividades de moodle. In 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, m-ICTE2005.http://www.formatex.org/micte2005/68.pdf

Arango, M. L. (2003): "Foros virtuales como estrategia de aprendizaje". Universidad de Los Andes. LIDIE – Laboratorio de Investigación y Desarrollo sobre Informática en Educación Argentina. http://www.rlcu.org.ar/revista/numeros/2004/documentos/Arango.pdf

Baños Sancho, Jesús.(2007). Moodle versión 1.8. Manual de consulta para el profesorado. IES Satafi (Getafe- Madrid).

Boneu, M. J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. 4, pp.36–47.

Hellers, N. (2004). ¿Qué es un entorno virtual de aprendizaje? Disponible en: http://www.infojobs.net/.

Horton, W. (2000).Designing web based training, Wiley Computer Publisher, New York, NY.

Marqués Graells, P. (2001). La Cultura Tecnológica en la Sociedad de la Información.http://dewey.uab.es/pmarques/si.htm

Majó, J. y Marquès, P.(2001) La revolución educativa en la era Internet. Barcelona: Ciss Praxis.

Pérez Albizú, E.(2012).Evaluación del rendimiento de los alumnos cursantes en una cátedra de anatomía, con diferentes modalidades de ingreso. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de la Plata.

Reyes Burgos, K. (2006). Diseño, implementación y validación del aula virtual, basada en la teoría constructivista empleada como apoyo para la enseñanza de los sistemas operativos. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Informe de Investigación no publicado.

Sáez Vacas, F. (1997). "Innovación tecnológica y reingeniería en los procesos educativos". Barcelona: Eumo-Grafic.

Universidad De Buenos Aires. (2011) Coordinación general de Planificación Estratégica e Institucional. Censo de Estudiantes 2011 Resultados finales.http://www.uba.ar/institucional/censos/Estudiantes2011/estudiantes%202011.pdf

Basura Tecnológica: Del Residuo a la Oportunidad

Benavente Fager, María Natacha[(1)]*;*
Cuesta, Adriana de Carmen[(2)]

1,2: Laboratorio de Innovación Educativa en Física, Departamento de Física
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
1,2: Colegio San Pablo.
1: Colegio Central Universitario Mariano Moreno, Universidad Nacional de San Juan.
nbenavente@gmail.com

Resumen

Es una preocupación creciente en la comunidad qué hacer con los aparatos eléctricos y electrónicos deteriorados. Muchas personas y empresas acopian estos elementos sin saber cómo deshacerse de ellos de manera responsable. Por otro lado, también se descartan numerosos aparatos (computadoras, impresoras, etc.) con el fin de renovar estos elementos, sin que necesariamente estén dañados. Actualmente no existe en la provincia de San Juan

una gestión adecuada de este tipo de residuos, pasando, en la mayoría de los casos, a formar parte de rellenos sanitarios con la posibilidad cierta de generar contaminación.

El objetivo del proyecto desarrollado fue fomentar el trabajo colaborativo en nuestros alumnos como una estrategia para lograr un aprendizaje activo sobre la peligrosidad del descarte de RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) junto con los residuos domiciliarios comunes. Asimismo, se buscaba generar conciencia social en los alumnos involucrados en el proyecto y transmitir dicha inquietud a la comunidad mediante una campaña de concientización.

Algunas de las actividades desarrolladas fueron: investigación sobre RAEE, recolección de RAEE, clasificación de los mismos en función de su posibilidad de reutilización, donación de equipamiento informático, envío del material descartado a una empresa autorizada para su disposición final.

Palabras Clave: Aprendizaje activo; Residuos electrónicos; Conciencia social; Trabajo colaborativo.

Introducción

RAEE son las siglas con las que se conoce a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Muchos pueden ser reutilizados, restaurados o reciclados, pero algunos de sus componentes mal tratados pueden ser potencialmente contaminantes y tóxicos.

Sabemos que en nuestra comunidad existe cierta conciencia de que no es correcto descartar aparatos eléctricos y electrónicos junto con la basura domiciliaria común. Diversas

instituciones y muchas personas toman la decisión de guardar los aparatos en desuso hasta que exista una forma de descartarlos sin provocar contaminación. Actualmente no hay en San Juan una gestión adecuada de los RAEE, de manera que existe la posibilidad de que sean desechados junto con la basura domiciliaria común, pudiendo provocar contaminación en suelo y agua.

Por otro lado, en muchas empresas, hogares y diferentes tipos de instituciones, se descartan numerosos aparatos como computadoras, impresoras, faxes, etc. con el fin de renovar estos elementos, sin que estén necesariamente rotos. En nuestra provincia existe el "Centro de Reacondicionamiento de Computadoras de San Juan", dependiente del Ministerio de Infraestructura de la Provincia, donde se recibe instrumental informático y se dona a diversas instituciones luego de su reparación y acondicionamiento. Esta actividad supone múltiples beneficios: los encargados de la reparación de los diferentes artículos son personas que se están capacitando en ello, para lograr una salida laboral; los aparatos son donados a instituciones que los necesitan y a la vez cooperamos con la disminución de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos al ambiente.

Este proyecto pretendió: reducir la brecha digital por reutilización y donación de equipamiento informático a sectores sociales más desfavorecidos; contribuir a una disposición segura y difundir iniciativas entre la comunidad que promuevan y fomenten la conciencia sobre el desecho de este tipo de artefactos.

Para lograrlo se trabajó con docentes y alumnos. Se invitó a la sociedad a la donación de equipamiento en desuso, que sería reacondicionado en el Centro de Reacondicionamiento de Computadoras y entregado en forma gratuita a instituciones

sin fines de lucro. El material que no podía ser reutilizado se envió a una empresa certificada para su disposición final.

Marco Teórico

En general, la enseñanza de la Física a alumnos de nivel secundario supone un desafío altamente exigente, teniendo en cuenta el carácter complejo de esta ciencia y las grandes brechas existentes entre los intereses de los alumnos y los contenidos que debemos enseñarles. Esto sin mencionar otros múltiples factores que condicionan los aprendizajes en general y los de las ciencias naturales en particular.

La idea de poner en práctica nuevas estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel secundario es una inquietud permanente en los profesores de la materia, quienes buscan propiciar aprendizajes significativos en sus alumnos.

Al aprender nos ponemos en contacto con objetos de conocimiento y desarrollamos acciones que nos permiten, no solamente apropiarnos de los mismos, sino también internalizarlos y aplicarlos en la resolución de nuevas situaciones. Conforme a esto, las estrategias de aprendizaje activo constituyen una alternativa interesante, en especial aquellas que favorecen el trabajo colaborativo del grupo de alumnos.

El aprendizaje activo y colaborativo supone que el conocimiento es descubierto por los alumnos y transformado a través de la interacción con el medio, para posteriormente reconstruirlo y ampliarlo con nuevas experiencias de aprendizaje. De tal manera que el aprendizaje colaborativo es una instancia de aprendizaje activo, caracterizada por:

- Existe entre los estudiantes un mayor grado de cooperación, ya que estos se apoyan mutuamente al compartir metas, recursos y logros.
- Aumenta la responsabilidad de los alumnos, pues cada estudiante es responsable de manera individual de la tarea que le corresponde y, al mismo tiempo, todos los integrantes son responsables del éxito del equipo.
- Favorece la comunicación entre los miembros del equipo, pues resulta fundamental el intercambio de información y experiencias, lo que permite retroalimentar el proceso y mejorar su desempeño a futuro.
- Fomenta el trabajo en equipo, dado que los estudiantes deben aprenden a resolver juntos los problemas y en el proceso se desarrollan habilidades de liderazgo, comunicación, confianza y toma de decisiones en conjunto.
- Se establecen relaciones positivas entre los alumnos, pues el espíritu de equipo favorece relaciones solidarias y más comprometidas. Los alumnos sienten que pueden alcanzar los objetivos de aprendizaje sólo si todos los demás integrantes de su grupo también lo logran.

Dentro de este contexto de aprendizaje colaborativo el docente cumple un rol de facilitador y guía durante todo el proceso. El profesor debe observar las interacciones de cada equipo, motivar a los estudiantes, hacer sugerencias y evaluar el trabajo tanto individual como grupal de los alumnos.

Para guiar responsablemente a los estudiantes a través de la experiencia del aprendizaje colaborativo, el docente debe:

- Comunicar claramente los objetivos, explicando las actividades y los criterios de evaluación.
- Ayudar a los estudiantes a redefinir su rol y responsabilidad dentro de su grupo.
- Monitorear continuamente las actividades de cada grupo e intervenir, si es necesario, a efectos de optimizar el trabajo del equipo o lograr la comprensión de un contenido.
- Evaluar el desempeño de los alumnos y fomentar en ellos la autoevaluación y la reflexión del proceso realizado.

Podemos decir que, en el momento actual de la educación, el aprendizaje colaborativo es un ingrediente esencial en todas las actividades de enseñanza-aprendizaje, pues las estrategias desarrolladas dentro de este marco permiten que el sujeto que aprende se forme como ser social.

Todas las actividades realizadas, se desarrollaron en grupos de trabajo que tenían diferentes roles, de manera que la acción de cada uno era fundamental para el éxito de los demás.

Esta metodología de aprendizaje colaborativo, se puso en práctica apuntando a los objetivos planteados en el proyecto.

Metodología

Investigación preliminar

En primer lugar, se llevó a cabo una investigación previa al desarrollo del proyecto en la que se estableció

comunicación con distintos sectores que tendrían un rol muy importante en la gestión y logística del mismo. Era necesario conocer si sería viable su realización.

Se entabló comunicación con funcionarios de la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de San Juan para analizar el estado de situación de nuestra provincia con respecto a los RAEE. Se solicitó donación a una empresa privada para cubrir los costos del proyecto. Se gestionó, con una empresa dedicada a la gestión de RAEE, la recepción gratuita del material que sería recolectado. Se pidieron los permisos a las autoridades pertinentes.

Elaboración del proyecto

Se redactó un proyecto con los siguientes objetivos como guía para la acción.

Objetivos generales:

1- Vivir la educación como una herramienta de cambio personal y social.

2- Formar alumnos con conciencia social y ambiental, que se ocupen del bienestar personal trabajando por el bien común.

3- Promover procesos de reflexión y acción transformadora de la realidad en la comunidad.

4- Promover en la comunidad el desarrollo de valores necesarios para la vida democrática como el respeto, participación y responsabilidad.

Objetivos específicos

1- Generar conciencia en los alumnos y la comunidad en general sobre el peligro del descarte de RAEE al ambiente, sin una gestión de residuos segura.

2- Propiciar la solidaridad a través de la donación de aparatos en desuso, para su reacondicionamiento y posterior entrega a instituciones que los necesiten.

3- Concientizar a los alumnos sobre la generación de residuos en general y las posibilidades de disminuirlos y/o lograr una disposición más eficiente y ecológica de los mismos.

4- Desarrollar la creatividad para la difusión de las actividades a desarrollar en el marco del presente proyecto.

5- Informarse acerca de los componentes que contienen los aparatos eléctricos y electrónicos, cuyo descarte sin un tratamiento adecuado, pueda ser potencialmente peligroso.

6- Valorar la reducción del consumo (de bienes o de energía), la reutilización y el reciclado, como el camino hacia la disminución del impacto sobre el medio ambiente.

7- Valorar las posibilidades sociales de aplicar los principios de reducción, reutilización y reciclado, a través de la generación de empleo y de la capacitación de personas para su inserción laboral.

Investigación sobre RAEE

La investigación se realizó en el Colegio San Pablo dentro de los espacios curriculares Química I y II y Física I y II de 4º y 5º años de la modalidad Ciencias Naturales y Físico Química de 5º año modalidad Economía. En tanto que en el Colegio Central Universitario, se llevó a cabo en el espacio Física I de 5° año Ciencias Naturales.

RAEE es la sigla con la que se conoce a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. También frecuentemente llamados "basura electrónica". Se incluyen dentro de esta denominación, todos los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos que forman parte de ellos en el momento en que se desechan. Por ejemplo: circuitos impresos, cables, alambres, plásticos, conductores, tubos de rayos catódicos, pantallas de cristal líquido, acumuladores, baterías, medios de almacenamiento de datos, generadores de luz, resistencias, sensores, y capacitores.

Muchos de estos aparatos pueden ser restaurados para su reutilización o reciclados. Dentro de estos componentes los más problemáticos, desde el punto de vista medioambiental, son aquellos que contienen metales pesados tales como Mercurio, Plomo, Cadmio, Cromo, sustancias halogenadas, algún retardador de llama o también Amianto y Arsénico.

Los alumnos de los cursos involucrados en el proyecto realizaron una investigación sobre:

- ¿Qué contienen los aparatos eléctricos y electrónicos?
- ¿Qué son los RAEE? ¿Por qué es peligroso desecharlos con la basura común?
- ¿De qué manera se descartan en nuestra provincia, a nivel nacional y en otros países?

- ¿Cómo deberíamos realizar, desde nuestra comunidad y con nuestros recursos, la mejor gestión de este tipo de residuos?

Elaboraron un informe grupal basándose en una guía de preguntas referidas al tema.

Visita al "Parque de Tecnologías Ambientales"

Se realizó, con los alumnos involucrados en el proyecto, una visita al Parque de Tecnologías Ambientales (PTA). El PTA es el lugar donde se envían los residuos de ocho departamentos de nuestra Provincia y se realiza la separación, clasificación y gestión de los residuos para su posterior reciclado. Asistieron con el fin de observar y reflexionar sobre cómo se realiza el descarte de la basura en nuestra provincia y en qué lugar nos encontramos respecto de la disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Difusión

Los alumnos de 5° año, modalidad Economía, del Colegio San Pablo, elaboraron un tríptico en el programa Corel Draw. Los alumnos del proyecto CAS (Creando Acciones Solidarias) del Colegio Central Universitario diseñaron afiches y calcomanías. Los elementos antes mencionados se utilizaron con el fin de difundir las actividades realizadas e invitar al público en general a la recolección de RAEE del día 8 de septiembre de 2012 en el edificio del Colegio Central Universitario.

Todos los alumnos participantes en el proyecto realizaron la difusión repartiendo folletos y afiches a los demás alumnos del Colegio, en sus barrios y familias, etc. Un grupo de alumnos fue invitado al programa "A Media Mañana" de canal 8 de San Juan, para explicar el objetivo del proyecto y convocar a la comunidad a la recolección de RAEE el día 8 de septiembre. También se comunicó la iniciativa en el programa "Central al Aire" de Radio Universidad Nacional de San Juan.

Recepción, clasificación, envío de aparatos

El sábado 8 de Septiembre de 2012, desde las 10 hasta las 16 horas, se realizó en el edificio del Colegio Central Universitario Mariano Moreno la recolección de los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso. También se dieron cita en dicho lugar representantes del Centro de Reacondicionamiento de Computadoras de San Juan (CRC), los cuales recibieron en carácter de donación todos los elementos informáticos que consideraron posibles de ser reutilizados. El equipamiento mencionado sería reacondicionado por jóvenes participantes del programa de inclusión social del CRC, para luego ser donado a escuelas y entidades de bien público.

Los elementos que fueron definitivamente descartados, se enviaron a la empresa Silkers S.A., dedicada a la reutilización y reciclado de aparatos eléctricos y electrónicos, situada en Quilmes, Provincia de Buenos Aires.

Además, el día de la recolección se realizó el inventario, clasificación del material recibido y se procedió a cargar todos aquellos elementos desechados directamente en el camión de la empresa transportista que realizó el traslado a Buenos Aires.

Participaron alumnos de los dos Colegios involucrados, autoridades y docentes de los mismos, vecinos, familiares, instituciones públicas y privadas de la Provincia.







Fotos: Día de la Recolección de RAEE 8/9/2012 en CCU

Resultados y Discusión

Para tener un registro del material que se recibía, se utilizaron planillas como la que se muestra en la tabla 1, donde los alumnos recepcionistas registraban los datos de las personas físicas o Instituciones y el material donado.

Llenó esta planilla: Recibió el material:			¿Cómo se enteró? (marcar con una X)						¿Qué trae? (Indicar cantidad en el casillero correspondiente)															
Apellido y Nombre	DNI	Particular o institución?	folleto CCU	Folleto CSP	Internet	Radio	TV	Comentarios	Celular	Computadora	Decodificadores	DVD	Electrodomésticos	Impresora	Juguetes	Monitor	Mouse	Notebook / netbook	Teclado	Teléfono fijo / fax	Televisor	Video casetera	Otros	Firma del donante

Tabla 1: Planilla de recepción del material donado.

La tabla 2 muestra el resumen de los aparatos recibidos y cuál fue el destino que se le dio a cada uno. Se observa gran cantidad de equipos informáticos descartados (computadoras, impresoras, teclados, mouses, monitores, plaquetas, cables, etc.).

También se aprecia que muchos de esos equipos todavía están en condiciones de prolongar su vida útil por lo que fueron donados principalmente al Centro de Reacondicionamiento de Computadoras.

Vale destacar la cantidad de monitores recolectados. Los monitores son unos de los aparatos más contaminates por su alto contenido del elemento fósforo en sus pantallas.

	Cantidad de aparatos donados.														
	Celular	Computadora	Decodificadores	Dvd	Electrodomésticos	Impresora	Juguetes	Monitor	Mouse	Notebook / Netbook	Teclado	Teléfono Fijo / Fax	Televisor	Video Casetera	Otros*
Planilla 664	12	3			12	9		27	3	2	2	8	1		99
Planilla 665	3	1			2	4		5	8	1	6	1	9	1	23
Planilla 666	5	1		1				1	4		1	4	1		18
Planilla 667	4	17	1			28		14	32	2	36	1	1		64
Planilla 668	7	7	1	2	9	19	6	40	10	3	124	11	7		58
Planilla 669	8	12	1	1	2	11	14	25	10		21	4	6		96
Planilla 670	9	18		1		14	4	24	19		30	5	10	4	81
Total recibido	48	59	3	5	25	85	24	136	86	8	220	34	35	5	439
Total donado	2	27		1		1		1	20	3	6	2			43
Total enviado a Silkers S.A.	46	32	3	4	25	84	24	135	66	5	214	32	35	5	396

* Otros: Handys, radios, cables, plaquetas, módems, scanners, auriculares, cámara de fotos, MP3, fuentes, estufas, etc.

Tabla 2: Resumen de los materiales recibidos, donados al CRC (y otros) y enviados a Silkers S. A.

En la tabla 3 se resume el origen de los materiales donados, donde se aprecia qué tipo de público se hizo eco de la campaña. Puede observarse que personas e instituciones

almacenan gran cantidad de materiales eléctricos y electrónicos debido a que tienen conciencia de que no deben ser descartados con la basura común. Esta situación hizo que muchos encontraran en este proyecto, la oportunidad de deshacerse de esos aparatos de forma responsable.

Particulares que entregaron material:	103
Instituciones que entregaron material:	8
Centro de Reacondicionamiento de Computadoras de San Juan Facultad de Ingeniería de la UNSJ Colegio San Pablo Colegio Central Universitario Semisa SRL BHP Unimac	

Tabla 3: Resumen del origen de los materiales entregados.

Conclusiones

La realización de este proyecto ha dado resultados muy positivos que se reflejan en el alto número de material eléctrico y electrónico recolectado y en el porcentaje de los mismos que pudieron ser donados para su reacondicionamiento y reutilización.

La ejecución de este proyecto ha representado un aprendizaje muy significativo para todos los que hemos participado del mismo. Si bien hay antecedentes de este tipo de actividades en otros puntos del país, es la primera vez que se lleva a cabo una iniciativa de este tipo en nuestra Provincia. Una iniciativa surgida exclusivamente de dos Colegios secundarios, a la cual se ha plegado una institución del Estado (el Centro de Reacondicionamiento de Computadoras).

Ha sido un trabajo arduo de docentes y alumnos con el apoyo incondicional de las autoridades de los dos Colegios involucrados.

Repercusiones: Las actividades desarrolladas tuvieron repercusiones en diferentes medios de comunicación, como notas en los dos diarios de la provincia[1] y entrevistas en Radio Universidad Nacional de San Juan.

Cabe destacar que recientemente, el día 6 de junio del corriente año, se ha sancionado en San Juan la ley 8362, que establece el marco general para la gestión de equipos informáticos fuera de uso y residuos de artefactos o equipos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Esto constituye un marco legal en el que podremos respaldarnos para próximas ediciones del presente proyecto.

[1] http://elzonda.info/index.php/Recolectan-basura-tecnol%C3%B3gica-con-fines-solidarios.html
http://www.diariodecuyo.com.ar/home/new_noticia.php?noticia_id=537833

Bibliografia

Fumagalli, Laura (1993). *El Desafío de Enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires. Argentina: Troquel.

Furman, Melina; De Podestá, M. Eugenia. (2009). *La Aventura de Enseñar Ciencias Naturales.* Buenos Aires. Argentina: Aique.

http://e-basura.linti.unlp.edu.ar/

http://www.rezagos.com/

http://www.greenpeace.org.ar/blog/etiqueta/basura-electronica/

http://es.wikipedia.org/wiki/Chatarra_electrónica

La Experiencia de la Lectura en la Formacion Docente y los Debates Actuales de la Alfabetizacion Cientifica

Calderón, Liliana; Gómez, Carmen

Instituto Nacional de Formación Docente

Resumen:

El proyecto Escritura en Ciencia desarrolla un dispositivo mediante el cual profesores de Institutos son convocados para escribir libros que conforman un aserie de 18 títulos sobre temas actuales de la agenda de las ciencias naturales. La propuesta fue inspirada en un programa del Sector Educación de la Oficina de UNESCO de Montevideo, sobre el que se hicieron adecuaciones a la realidad local del sistema formador en Argentina. Como consecuencia, se diseño una propuesta que promueve el conocimiento científico mediante el desarrollo de la escritura de 18 textos a lo largo de tres años, con grupos de estudio, sobre seis temas cada año. Los profesores convocados cada vez (30 en total) trabajan en equipos –5 por grupo– orientados por coordinadores de escritura y asesorados por

reconocidos especialistas en los temas. La selección de los temas y de los expertos investigadores se logró gracias al aporte y colaboración del comité de la revista Ciencia Hoy que auspicia esta línea de trabajo. La actividad propuesta en este encuentro es difundir el programa que ya cuenta con tres cohortes de trabajo y doce libros publicados y disponibles en el sitio web.

Un Aporte para el Profesorado: La Importancia de la Medición en la Física y en su Enseñanza

Chade Vergara, Pablo Oscar

Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Chilecito.

pablochade@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo es un aporte para los profesores de Física y los alumnos de profesorado de Física, que serán los profesores del mañana, y trata sobre la importancia de las mediciones de las magnitudes que intervienen en cada fenómeno físico, introduciendo cuestiones metodológicas, didácticas, epistemológicas y de la historia de la Física.

Palabras Clave: Medición; Operacionalismo; Enseñanza de la Física; Didáctica de la Física.

Introducción

Para describir las leyes que gobiernan la Naturaleza, los científicos deben llevar a cabo mediciones de las magnitudes relacionadas con los fenómenos que estudian. Por ello, la Física suele ser denominada como la ciencia de la medición.

William Thomson más conocido como Lord Kelvin, recalcó la importancia de las mediciones en el estudio de las ciencias escribiendo: "*Cuando puedas medir aquello de lo que estás hablando y expresarlo en números, sabes algo de ello*" (Tipler, 1989).

Estas palabras ponen de manifiesto la gran importancia de las mediciones en el campo de la Física. Esta postura es compartida con la mayoría de los autores de libros de texto de nivel universitario como, por ejemplo, Raymond Serway: *"Como todas las ciencias, la Física parte de observaciones experimentales y mediciones cuantitativas"* (Serway y Jewett, 1998), o Alonso y Finn: *"Una observación científica por lo general está incompleta si no se expresa de manera cuantitativa, así que para obtener tal información debe hacerse la medición de una cantidad física"* (Alonso y Finn, 1995).

Nuestra hipótesis primaria es que introduciendo la medición en las clases de Física en todos los niveles educativos, mediante experiencias de laboratorio, lograremos que nuestros estudiantes obtengan un aprendizaje significativo ya que serán protagonistas principales del proceso, se los pondrá en contacto con los métodos de la Ciencia y se los colocará ante situaciones problemáticas que, en algún momento, han sido o son de su interés. De esta forma, se desarrollará en el alumno su creatividad y su espíritu crítico.

Metodología

La metodología empleada consiste en una investigación exploratoria acerca de la importancia de la medición en la Ciencia Física y en su enseñanza. Servirá entonces, para proporcionar a los profesores de Física conceptos y metodologías, introduciendo, además, cuestiones epistemológicas y de la historia de la Física que podrán ser transferidas al aula.

Marco Teórico

La importancia dada a las mediciones en la Ciencia Física llega a su coronación cuando Bridgman, en 1927, escribió que "*el concepto es sinónimo con el correspondiente conjunto de operaciones que sirven para medirlo"* (Bridgman, 1976). Nació de esta forma la corriente epistemológica denominada *Operacionalismo* y, aunque aparentemente la idea de Bridgman ya desempeñaba un papel central en el pensamiento de los científicos desde antes de 1920, no fue sino hasta 1927, con la publicación de su famoso libro, que se transformó en un programa explícito y en una postura filosófica definida dentro de la Ciencia. El Operacionalismo sostiene que: *"Un término teórico es legítimo sí y sólo sí es posible definirlo explícitamente, en forma contextual eliminable o de manera operacional a partir del sólo uso de términos empíricos"* (Bridgman, 1976).

Las ideas de Bridgman fueron influenciadas por científicos y filósofos de la talla de Mach o Poincaré, pero sobre todo por Einstein; de hecho, Bridgman señaló que él solamente estaba haciendo explícito lo que ya estaba implícito en los trabajos de los científicos mencionados. Pero la verdad es que estaba haciendo mucho más que eso; Bridgman estaba desarrollando un nuevo sistema filosófico y metodológico,

íntimamente relacionado con el empirismo, el positivismo lógico y el pragmatismo, aunque con ciertas facetas novedosas que permiten distinguirlo como una filosofía diferente.

Bridgman nos dice que hay que hacer lo que hizo Einstein (que Einstein haya hecho realmente tal cosa resulta discutible), esto es, reducir el significado de los conceptos científicos a una operación empírica o a un conjunto de operaciones. En palabras del propio Bridgman: *"¿Qué entendemos por la longitud de un objeto? Evidentemente, sólo sabemos lo que entendemos por longitud si podemos precisar cuál es la longitud de un objeto cualquiera; y para el físico esto es todo lo que se requiere… El concepto de longitud se establece, por ende, cuando se determinan las operaciones mediante las cuales la longitud es medida. Esto es, el concepto de longitud no implica otra cosa que el conjunto de operaciones por las cuales está determinada"* (Bridgman, 1976).

Como hemos mencionado, Bridgman propone su Operacionalismo basado, según él, en un análisis de cierto aporte que Einstein habría realizado en 1905, aunque éste en ningún momento enfatizó o inclusive concientizó este concepto. No nos estamos refiriendo al contenido de su famosa Teoría Especial de la Relatividad, sino a la significación epistemológica y filosófica de la forma de construcción de los nuevos conceptos de longitud, tiempo y simultaneidad. Según algunos filósofos, Bridgman confunde lo que Einstein y todos sus comentaristas posteriores, quisieron expresar. Estos focalizaron su atención, principalmente en el proceso fáctico de la medición de los nuevos conceptos y no en el significado epistémico de lo novedoso del proceso para construirlos. Cuando Bridgman, para facilitar la explicación, a manera de ejemplo, traslada su propuesta al análisis de las formas cotidianas de medir la longitud, confunde de manera radical a estos filósofos que, de esta manera, se

convierten en sus más acérrimos críticos, ya que el autor sólo describe, de manera sincrónica y aparentemente ingenua, las operaciones finales del proceso de medición.

Resumiendo: según el Operacionalismo los conceptos resultan sinónimos de las operaciones correspondientes de las que derivan. Consecuentemente, las únicas proposiciones que están definidas dentro del universo de discurso de la Ciencia Natural son las que tienen significación operacional o sea, aquellas susceptibles de contrastación. Automáticamente, todo otro concepto, se diga falso o verdadero, necesario o trascendente, se excluye. No se niega: simplemente no queda definido.

Por ejemplo, en Física, la noción de espacio y tiempo absolutos introducida por Newton o la del éter introducida por Faraday, Maxwell, Hertz y otros, por la preconcepción causalista que impedía dar cuenta sin ella de los fenómenos electrodinámicos de acción a distancia, era de hecho imposible tanto de refutarse como de verificarse, pues por definición, no había operación realizable alguna que permitiera observarlo. El concepto fue abandonado y el problema de la acción a distancia, en el caso del éter, dejó de serlo.

El Operacionalismo es la pretensión de que el significado de un concepto sea definido por un conjunto de operaciones:

- El significado operacional de un término (palabra o símbolo) está dado por una regla semántica que relaciona el término con algún proceso concreto, objeto y/o evento o con una clase de tales procesos, objetos y/o eventos.
- Las oraciones formuladas mediante la combinación en proposiciones de términos definidos operacionalmente,

son operacionalmente significativas cuando las aseveraciones resultan contrastables por medio de operaciones susceptibles de ejecución. De esta manera, con reglas operacionales, los términos tienen una significación semántica y las proposiciones una significación empírica.

Aunque el Operacionalismo y las definiciones que de él se desprenden, denominadas operacionales, fueron rápidamente criticadas por importantes filósofos como Russell y Lindsay, lo expuesto da una idea de la tremenda importancia que esta corriente da a la medición.

Sabemos bien que medir es la operación que consiste en comparar una magnitud con una cantidad fija de la misma magnitud, cantidad que se toma como unidad. Medir, es, entonces, básicamente, comparar. Podemos definir operativamente la medición como la técnica que se utiliza para determinar el valor numérico de una propiedad física comparándola con una cantidad patrón que se ha adoptado como unidad. Es decir, medir implica realizar un experimento de cuantificación, normalmente con un instrumento especial como un reloj, una balanza, un termómetro, etc. Cuando se consigue que la cuantificación sea objetiva, es decir, que no dependa del observador y todos coincidan en la medida, se llama magnitud física (tiempos, longitudes, masas, temperaturas, aceleraciones, energías).

Para poder medir es necesario observar las entidades a medir. Pero, ¿cuál es el límite entre los observable y lo no observable? Supongamos que usted puede ver un objeto pequeño. Pero en un afán detallista utiliza una lupa para ver mejor los detalles que escapan a sus ojos. Se puede argüir que

lo que se está viendo, en realidad, es una imagen ampliada del objeto y no el objeto en sí. No obstante, también podemos afirmar que el cristalino del ojo funciona como una lupa y, entonces, caemos en el peligroso riesgo de concluir que nada es observable. Pero también podemos aceptar que la imagen ampliada es algo observable, ya que, en definitiva, nos está diciendo cómo es el objeto a través de un instrumento comparable al cristalino de nuestros ojos. Así podríamos utilizar instrumentos cada vez más sofisticados (microscopios electrónicos, cámaras de niebla, etc) y concluir que, prácticamente, todo es observable (Boido y otros, 1996).

Rudolf Carnap planteó convencionalmente el límite entre lo observable y lo no observable, definiendo a lo observable como aquello que puede ser detectado en forma directa mediante los sentidos, como los objetos ordinarios y sus propiedades. Asimismo entran en esta clasificación las magnitudes que son medibles mediante procedimientos sencillos y directos. Resulta obvio que este límite puede depender del contexto de la observación.

Por lo expuesto, la técnica de medición deberá ser diseñada de modo que la perturbación de la cantidad medida sea menor que el error experimental. Esto es casi siempre posible cuando medimos magnitudes macroscópicas, o sea, en cuerpos compuestos por un gran número de moléculas o de materia. En estos casos, se deberá usar un dispositivo de medición que produzca una perturbación menor, en varios órdenes de magnitud, que la cantidad por medir. En otros casos, es posible estimar la cantidad de perturbación y corregir el valor medido.

Pero cuando medimos propiedades microscópicas o atómicas, como por ejemplo, el movimiento de un electrón, la situación es muy diferente y se complica bastante. Nótese que, en este caso, no podemos medir con un dispositivo que produzca

una interacción menor que la magnitud que se va a medir, sencillamente porque no disponemos de uno tan pequeño. La perturbación que introduce el dispositivo de medición es, al menos, del mismo orden de magnitud que el valor numérico de la magnitud por medir y puede que no sea posible estimarla o tomarla en cuenta.

Siguiendo la idea del Operacionalismo, en Física es importante, hasta casi indispensable, que las definiciones de las cantidades físicas estén operacionalizadas, esto es, que la definición debe indicar, explícita o implícitamente, cómo medir la magnitud. Esta operación puede ser directa o efectuarse midiendo otras magnitudes con las que está relacionada. Por ejemplo, si definimos a la velocidad como la rapidez con la que un cuerpo cambia su posición, esta no es una definición operacional. Pero si definimos a la velocidad como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado para recorrerla, sí lo es, ya que esta definición implica medir una distancia y un tiempo y dividirlos con el fin de calcular la velocidad.

En definitiva, en Física trabajamos con medidas, pero los resultados de las medidas rara vez se corresponden con los valores reales de las magnitudes a medir. Casi siempre, en mayor o menor extensión, están afectados de error. Este límite en la precisión de una medida cualquiera depende del dispositivo utilizado para medir, de la habilidad del experimentador o incluso a las propias características del proceso de medida.

Sin entrar en detalles sobre la Teoría de Errores, podemos afirmar que la determinación de la precisión de una medida es tan importante como la medida misma y cada experimentador debería dar el resultado de su medida y una estimación de su precisión. Matemáticamente esto puede expresarse como:

$$x = v_m \pm e$$

donde *x* es el resultado de la medición efectuada, v_m es la cantidad medida y *e* es la incertidumbre, la incerteza o el error cometido en el proceso de medición. Esta expresión nos está indicando que el valor de la magnitud medida v_m se encuentra en el intervalo de números reales comprendido entre v_m - *e* y v_m + *e*.

Cabe acotar acá que la incerteza es intrínseca a la medida; puede ser disminuida pero nunca anulada y que para efectuar una medición es necesario elegir una unidad para cada magnitud. Es muy importante, aunque no imprescindible, que las unidades sean universales en el sentido de que su valor sea independiente de la posible variación de otras magnitudes externas. Cuanto más universales son las unidades, más sencillas son las relaciones entre ellas en los modelos matemáticos que describen el comportamiento observado de la Naturaleza, las llamadas *Leyes de la Física*.

Demostrada la importancia de la medición en la Física, podemos plantearnos ahora acerca de la importancia de la medición en la Enseñanza de la Física.

Es de destacar que en los últimos años y debido a los profundos y rápidos cambios que se están produciendo en la forma de pensar y actuar del hombre en las diferentes latitudes del planeta, numerosos didactas y pedagogos han centrado su atención en la búsqueda e implementación de tendencias de enseñanzas cada vez más eficientes. Se ha empezado a tener en cuenta, que la construcción de conocimientos científicos tiene notable valor y es preciso, plantean, prestarle una atención explícita (Gil, Carrascosa, Furió, Martínez Torregrosa, 1991; González, 1992; Gil, 1994; Hodson, 1994; Lillo, 1994).

La propuesta de una actividad práctica por vía de la actividad científico-investigativa en la enseñanza de la Física, como la realización de experimentos en laboratorio que incluyen, necesariamente, mediciones, adquiere significado por producir un efecto motivador en la enseñanza de los métodos de la Ciencia. Estos experimentos hacen que los alumnos participen en investigaciones personales con un nivel adecuado a su conocimiento, de modo que ante el problema planteado, el alumno quede "atrapado" y se implique de este modo en la adquisición del conocimiento.

Para enseñar a los estudiantes a aprender Física, es necesario enseñar desde los métodos y procedimientos que utiliza la Ciencia en su labor investigativa, de modo que el objetivo fundamental de la educación sea "*transmitirle a las nuevas generaciones la experiencia histórico social acumulada, los componentes espirituales de la cultura de la sociedad, entiéndase: conocimientos, experiencia en la realización de acciones, actitudes y normas de relación hacia el medio y las personas"* (Danilov, 1980), y además que "*la aproximación del aprendizaje de las ciencias como actividad científico investigativa, al menos en lo que se refiere a algunos elementos esenciales, aparece en nuestros días como una de las tendencias innovadoras más prometedoras para encarar la doble problemática: las dificultades en la enseñanza, y la necesidad de relacionar a los estudiantes con métodos y formas de trabajo actualmente utilizados en la actividad científica*" (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999).

Esta orientación ayudará a los estudiantes a jugar una papel más participativo en la re-construcción de los conocimientos que se le transmiten ya elaborados por parte del profesor (ciencia enseñada–ciencia aprendida), posibilitando la introducción de nexos entre la teoría y la práctica y

desarrollando, en definitiva, un acercamiento a los métodos de la investigación científica permitiendo un pensamiento abundante en teoría con su correspondiente aplicación a lo empírico, que sea flexible y reflexivo.

El papel sociocultural que encierra la actividad científica, no puede quedar al margen de las realidades de la enseñanza científica en los sistemas educativos, ya que, estos sistemas, en cumplimiento de su función rectora, deben transmitirle a las nuevas generaciones una imagen actualizada de la ciencia y de la tecnología como procesos sociales. Como expresan Valdés Castro y Valdés Castro: "*la actividad científica, ha empezado a facilitar la comprensión de que la actividad científica es, ante todo, una actividad sociocultural, grandemente influenciada por factores económicos, sociales e ideológicos, y que por tanto, junto a los conocimientos y habilidades, igualmente forman parte de ella*" (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999).

La mayoría, por no decir todos, los autores coinciden en que los trabajos prácticos de laboratorio son herramientas útiles para el aprendizaje significativo. Y esto es así, porque su introducción en la enseñanza de la Física permite que los estudiantes desarrollar habilidades prácticas a la vez que estimula la formación de conceptos con una base científica y "*el empleo de procedimientos y métodos activos, destinados a la reformulación, la reconstrucción, el cambio del sistema conceptual y metodológico de esos conceptos y habilidades, así como, la formación de actitudes y valores*" (Núñez, (1999).

El hecho de que las prácticas de laboratorio pueden conformar situaciones conducentes a contradicciones en el conocimiento de los estudiantes (obstáculos epistemológicos), permite producir un cambio en los niveles de partida del aprendizaje (ruptura epistemológica). Las contradicciones son la

fuente del desarrollo y deben ser explotadas en todo proceso de la Ciencia. Esto favorece la búsqueda de soluciones por parte de los alumnos y los vincula con un contenido que responde a los problemas de la Ciencia y además favorece la comprensión de su entorno, no solamente para que lo conozca sino para que también sepa hacer.

Por otra parte debemos tener en cuenta que uno de los propósitos fundamentales de la enseñanza científico-investigativa es acercar a los estudiantes a los métodos de la Ciencia, Por ello es importante no sólo que el resultado de la investigación sea verdadero, sino también que para la elección de vía escogida para llegar a él y para cumplir este principio metodológico, haya que adentrarse en los métodos de la Ciencia y, en ellos, encontrar la información y completar los conocimientos, desarrollar la búsqueda científica de forma creadora, saber analizar y sintetizar los hechos, etc. En este aspecto, volvemos a insistir con la importancia de la Historia de la Ciencia ya que, al encontrar en los mismos problemas que se plantean en el experimento los problemas que se plantearon en la Ciencia desde su historia y conocer cómo fueron resueltos, puede llegar a constituir una vía fundamental para introducir nuevos conceptos a partir del interés que despierten en los estudiantes.

Respecto al método científico a seguir por los alumnos, los autores anteriormente citados (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999), proponen el siguiente:

a) Diagnóstico inicial de los conocimientos y habilidades de los estudiantes para enfrentar la actividad práctica.

b) Formulación de hipótesis o preguntas científicas a partir de un sistema de situaciones problemáticas.

c) Diseño de los procedimientos para el montaje y realización de los experimentos.

d) Procesamiento de los resultados del experimento y búsqueda de regularidades.

e) Interpretación de los resultados experimentales vinculados con las hipótesis o preguntas científicas planteadas.

f) Vinculación práctica social.

Estos pasos fundamentales abordados del método experimental constituyen una unidad dialéctica y contienen dificultades cognitivas, las cuales pueden ser solucionadas por los alumnos de manera independiente, consciente y creadora. La aplicación del método experimental ha de verse como una forma superior de la actividad experimental que constituye el soporte experimental para desarrollar la actividad científico-investigativa.

Por último, enumeraremos algunas características fundamentales de lo expuesto, para no caer en reduccionismos ni facilismos que, generalmente se producen al abordar este tema:

- Se parte de la propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como construcción del conocimiento respondiendo a una investigación dirigida en dominios perfectamente conocidos por el profesor.
- *"No se trata de engañar a los estudiantes haciéndoles creer que el conocimiento se construye con la aparente facilidad con que ellos lo adquieren, sino de colocarlos en una situación por la que los científicos habitualmente lo hacen en busca de la solución de los problemas o del nuevo conocimiento y acercarlos así con lo que es el trabajo de la ciencia"* (Hodson, 1985).

- El trabajo, además de lo experimental, debe integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales. Por ejemplo, trabajo en grupo, nivel de participación, creatividad, carácter social de la actividad científica, etc.
- El sistema de actividades debe ser capaz de estimular y orientar adecuadamente a los alumnos, por lo que debe poseer algunas condiciones, entre ellas:
    - *"Concebir el sistema de actividades como respuesta a determinadas preguntas, a una problemática de interés cuyo estudio se va a realizar"* (Gil Pérez y Valdés Castro, 1996).
    - Poseer una sólida lógica interna, significado lógico en el que cada nueva tarea se relacione estrechamente con las anteriores, que constituya una ampliación o profundización del estudio que se está realizando.
    - Tener un nivel de dificultad adecuado, correspondiente a la zona de desarrollo próximo de los estudiantes, y tomar en cuenta la experiencia que ellos poseen (sus conocimientos previos, habilidades, intereses, etc.).
    - *"Ser formuladas en contextos actualizados, que sean significativas, de interés para los estudiantes, que posea sentido"* (Leontiev, 1981).
    - *"Debe ser un sistema abierto a posibles ajustes y modificaciones en dependencia de la marcha del proceso de enseñanza aprendizaje y de los resultados obtenidos"* (Gil Pérez y Valdés Castro, 1996).

- *"Favorecer un elevado nivel de generalización de los contenidos e independencia intelectual de los estudiantes durante la realización de las actividades"* (Rubinstein, 1966).

Conclusiones

La medición, introducida en las experiencias de laboratorio, coloca al alumno en contacto con los métodos de la Ciencia y facilita el hecho de que sea protagonista de su propio aprendizaje de modo que éste se construya de forma significativa, estableciendo mecanismos para que el alumno supere sus obstáculos epistemológicos iniciales.

A su vez, este tipo de prácticas contribuye a la socialización de los aspectos y esquemas que poseen los estudiantes, logrando que pierdan el temor por el estudio de la Ciencia ya que se los coloca ante situaciones que, en determinado momento, han sido o son de su interés. De esta forma, se logran altos niveles de motivación, dado que se facilitan situaciones interesantes con su entorno, lo que demuestra la aplicación útil del estudio de la Ciencia.

Podemos agregar, además, que se desarrolla en el alumno un mayor interés por la búsqueda libre y creativa, un grupo de capacidades y habilidades, un espíritu crítico, a la vez que garantiza al docente el actuar como coordinador y facilitador del aprendizaje, realizando tareas decisivas que ayudan a que el alumno pueda comprender mejor la importancia de la Ciencia.

Bibliografía

Alonso, M. y E. Finn (1995). *Física.* California: Editorial Addison-Wesley Iberoamericana.

Boido, G.; Flichman, E. y J. Yagüe. (1996). *Pensamiento Científico, Vol 1*. Argentina: CONICET, M.C.E.N.

Bridgman, P. (1976). *La lógica de la física moderna.* Buenos Aires: Ateneo.

Danilov, M. (1980). *Didáctica de la Escuela Media.* La Habana: Editorial P y Educación.

Gil Pérez D. y P. Valdés Castro (1996). La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 14. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Gil, D. (1994). Relaciones entre el Conocimiento Escolar y el Conocimiento Científico. Investigación en la Escuela. *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 23.* Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y J. Martínez Torregrosa. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria.* Barcelona: ICE, Universitat Autónoma de Barcelona.

González, E. (1992). ¿Qué hay que Renovar en los Trabajos Prácticos? *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol 12*. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Hodson, D (1985). Philosohy of Science and Science Education. *Magazine Studies in Science Education, Vol. 12*. Princeton: Princeton University Press.

Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 12*. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Leontiev, A. (1981). *Actividad, Conciencia y Personalidad.* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Lillo, J. (1994). Los Trabajos Prácticos de Ciencias Naturales como Actividad Reflexiva, Crítica y Creativa. *Revista Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Vol. 22*. Valencia: Universidad de Valencia.

Núñez, V. (1999). *Pedagogía Social: cartas para navegar en el nuevo milenio.* Argentina: Editorial Santillana.

Rubinstein, J. (1996). *El Proceso del Pensamiento.* La Habana: Editorial Universitaria.

Serway, R. y J. Jewett (1998). *Física para Ciencias e Ingeniería, Vol. I*. Colombia: Editorial Mac Graw-Hill.

Tipler, P. (1989). *Física Preuniversitaria Volumen 1*. España: Editorial Reverté.

Valdés Castro, P. y R. Valdés Castro (1999). Características del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física en las Condiciones Contemporáneas, *Revista de Historia y Epistemología de las Ciencias.* Cuba: Editorial Educación Cubana.

Una Experiencia Educativa Solidaria: Puente entre Comunidades Educativas

Silva, Norma; Santoiani, Silvina; Oller, Myriam

Colegio Nacional "Dr. A. U. Illia", Universidad Nacional de Mar del Plata,
Matheu 4051, B7602GCC Mar del Plata.
silva.norma.a@gmail.com

Resumen

Se presenta un Proyecto de Enseñanza-Aprendizaje-Servicio (EAPS) educativo llevado a cabo por docentes de la Universidad Nacional de Mar del Plata desde su colegio de educación media hacia las escuelas medias publicas de la jurisdicción del Municipio de Gral. Pueyrredón. Este proyecto interdisciplinario es realizado por docentes del Área Ciencias Naturales Física, Química y Biología del Colegio Nacional "Dr. Arturo. U. Illia", de la Universidad Nacional de Mar del Plata, siendo los objetivos del proyecto: el objetivo enseñanza-aprendizaje es procurarles a los alumnos de nuestro colegio los conocimientos formales e instrumentales de carácter práctico

necesarios para poder colaborar con el docente en el laboratorio. El objetivo servicio-extensión de estos alumnos-ayudantes de laboratorio fue en una primera instancia realizar prácticas de laboratorio en Escuelas Municipales que carecen de recursos para poder realizarlas en forma autónoma.

El proyecto obtuvo el Premio Clarín-Zúrich a la Educación, destinado a mejorar la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela secundaria, en el año 2011.

Palabras Clave: Enseñanza; Aprendizaje solidario; Alumnos; Ayudantes de laboratorio.

Introducción

La ciencia es cotidiana, omnipresente: todo nuestro quehacer diario está impregnado de ciencia. Nada más adecuado para el aprendizaje de la química, la física o la biología, que integrar los conceptos que se pretenden enseñar a la vida cotidiana, y son justamente las experiencias de laboratorio las que atrapan a los estudiantes de secundaria y permiten esta conexión.

La mayoría de los profesores de ciencias amamos el laboratorio y lo usaríamos a diario si eso fuese posible. Sin embargo existen ciertas dificultades para el uso del laboratorio como herramienta didáctica:

La primera es la falta de equipamiento, un lugar y material mínimo y adecuado resultan indispensables para desarrollar las experiencias.

La segunda es la escasez de recursos humanos adecuados, para un trabajo confiable y seguro, es necesaria la

asistencia de uno más ayudantes de laboratorio para una clase de treinta estudiantes, especialmente si hablamos de alumnos de ESB. Pueden ocasionarse accidentes, posibles distracciones o simplemente dudas que afecten al grupo de estudiantes y que conviertan al laboratorio en un peligro potencial.

Una o varias de las razones antes mencionadas resultan suficientes para alejar la clase de ciencias de su ámbito natural de desarrollo: el laboratorio.

Nuestro proyecto intenta revertir esta problemática generalizada apuntando sistemáticamente a lo mencionado mediante:

- Armado de micro-laboratorios móviles con experiencias pre-diseñadas y probadas acordes a los requerimientos curriculares específicos de cada escuela.
- Formación de alumnos ayudantes de laboratorio en cada escuela.
- -Capacitación de los docentes de escuelas públicas para el uso del laboratorio como herramienta didáctica.

Objetivos Pedagógicos

- Los estudiantes, tanto de la escuela que diseñó el proyecto como de las escuelas destinatarias, aprenden y se capacitan mediante la participación activa en experiencias de servicio cuidadosamente organizadas que responden a las necesidades de alfabetización científica de la comunidad.
- Permiten la formación procedimental del alumno y proporcionan un tiempo estructurado para pensar, hablar, o escribir acerca de lo que se hace y se observa

durante la actividad de servicio, acercando al alumno a la metacognición.

- Posibilita a los estudiantes la oportunidad de emplear los conocimientos y habilidades recién adquiridos en situaciones de la vida real y en beneficio de sus propias comunidades.
- Desarrolla la capacidad de construir, aplicar y transferir significativamente el conocimiento científico adquirido en su currícula escolar a otra comunidad educativa, fomentando el sentido de responsabilidad y cuidado hacia los demás.
- Favorece las relaciones entre los participantes en múltiples instancias colaborativas, y de beneficios recíprocos, se redimensiona la transferencia del saber y muchos descubren su vocación docente.

Objetivos en Cuanto al Servicio Solidario

Este tipo de experiencia educativa es la oportunidad óptima de reorientar la cultura contemporánea poniendo en valor el ayudar a los demás y asumir nuestra responsabilidad social. Se destaca la ayuda a los demás como la responsabilidad civil relacionada con una toma de conciencia moral, cívica y social. Las actividades se realizan con sentido de grupo, se fortalece la membrecía colectiva y la base organizativa y de participación descansan una estructura de aprendizaje cooperativo.

Aprenden a intervenir de manera activa y comprometida frente a las necesidades concretas de su entorno, contribuyendo así con su comunidad y reflexionando acerca de diversos valores.

El impacto de lo aprendido en las clases va más allá de la escolarización, construyéndose herramientas que potencian la expresión, participación y acción de los sujetos en el ejercicio de una ciudadanía activa.

El servicio se realiza con, en vez de para, los miembros de la comunidad implicada.

Actividades Realizadas por los Estudiantes del Colegio Nacional Dr. Arturo U. Illia

Las actividades desarrolladas están orientadas a la adquisición de herramientas básicas desde la didáctica de las ciencias, al reconocimiento de material de laboratorio, como así también al armado de aparatos e instrumental y tecnología básica para llevar a cabo trabajos prácticos y actividades experimentales en física, química y biología.

Los alumnos observan clases de trabajos prácticos y asisten a clases de laboratorio en diferentes departamentos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, lo cual permite una mayor articulación entre niveles educativos y un gradual contacto con la realidad de la investigación.

También se permite a los alumnos avanzar sobre una reconstrucción crítica de las experiencias y la toma de conciencia de los problemas y errores que devienen al transmitirlas a sus pares a través de explicaciones provisorias.

Por último la selección, recolección y registro de información y el diseño de guías permiten agilizar y organizar la comunicación de las informaciones obtenidas para poder elaborar los trabajos prácticos.

Los futuros ayudantes de laboratorio participan por parejas en la organización de prácticas de laboratorio Cada pareja de ayudantes se organiza para preparar los materiales, asistir a los alumnos y finalmente dejar en condiciones el laboratorio.

Con el objetivo de trabajar con las escuelas, se desarrolla la ayudantía-tutoría propiamente dicha, debiendo el ayudante- alumno: preparar guías bajo la supervisión del docente, preparar los materiales de la práctica, probar trabajos prácticos frente a sus compañeros, acompañar a un grupo de alumnos en el desarrollo de los mismos y presentar un informe del desarrollo de la experiencia.

Luego el ayudante-alumno pasa a la siguiente etapa:

- Planifican las prácticas de laboratorio a realizar en la escuela receptora carente de recursos.
- Realizan experiencias de laboratorio demostrativas e interactivas con los alumnos de la escuela receptora.
- Discuten los resultados alcanzados en la comunidad: entre los alumnos y los docentes de ambas instituciones educativas.
- Colaboran con el docente de la escuela receptora para llevar a cabo los trabajos prácticos de cada una de las unidades didácticas.

En esta fase los ayudantes de laboratorio prepararan kits de prácticas (guías de trabajos prácticos y materiales) vinculadas a los contenidos curriculares de las Escuelas, ayudando a los docentes a llevar a cabo el trabajo práctico correspondiente a la unidad didáctica en curso. El material queda

a disposición de los docentes para repicar estas mismas prácticas y/o sus posibles variantes, como parte del currículo.

Actividades que Realizan los Docentes

Los docentes del equipo de trabajo del Colegio Nacional ¨Dr. Arturo U. Illia, dependiente de la UNMdP, junto a sus directivos y sus pares de las respectivas escuelas públicas se reúnen para acordar un cronograma de interacción entre las dos comunidades educativas.

Los docentes del área de la escuela beneficiaria y los docentes de este equipo de trabajo coordinan y articulan las prácticas de laboratorio, las que serán integradas al proyecto de trabajo por curso.

Los docentes de este equipo concurren a las escuelas beneficiarias acompañando y supervisando las prácticas de laboratorio que realizan los alumnos- ayudantes y diagraman los micro-laboratorios y guías de uso que se entregarán a los respectivos colegios una vez finalizadas las prácticas

Proveen y gestionan fondos para la compra de los materiales de laboratorio y seleccionan y compran los materiales de laboratorio de acuerdo a criterios prácticos y multiplicidad de utilización.

Supervisan e intervienen en el armado, entrega y manejo del micro-laboratorio

Articulación Educativa

A los fines de fomentar la inclusión educativa y lograr el impacto curricular en las instituciones, los docentes de las instituciones destinatarias o beneficiarias:

- ✓ Reciben cursos de capacitación dictados por los docentes del Colegio Illia,
- ✓ Seleccionan los contenidos curriculares que necesitan abordar desde lo experimental, atendiendo a las dificultades detectadas en el aprendizaje de su alumnado
- ✓ Acuerdan con los docentes y alumnos del Colegio Illia prácticas y se rediseñan las situaciones experimentales a los contenidos curriculares.
- ✓ Se hacen responsables del micro laboratorio y las guías comprometiéndose a utilizarlo en forma autónoma en prácticas futuras.

Los alumnos de las instituciones beneficiarias:

- ✓ Participan de las prácticas de laboratorio.
- ✓ Visitan el laboratorio del Colegio Illia para realizar una práctica demostrativa
- ✓ Participan junto al alumnado del Colegio Illia de charlas y actividades brindadas por especialistas durante las Jornadas de Ciencias Naturales que se llevan a cabo anualmente en este establecimiento.
- ✓ Son invitados como voluntarios para formarse en el colegio Illia como ayudantes de laboratorio a partir de 4° año.

Conclusiones

Los resultados de nuestras prácticas educativas superaron los objetivos planteados hace seis años. En primer lugar, se observa un incremento en el número de estudiantes que eligen carreras afines a las ciencias básicas y a la tecnología: Ingenierías en Química, Materiales y Alimentos; Licenciaturas en Química, Biología, Física, Bioquímica, y Biotecnología. Muchos continúan su formación docente como ayudantes- alumnos o adscriptos en diferentes cátedras, cursando paralelamente materias de los profesorados en diferentes ciencias.

Cinco de de nuestros primeros alumnos-ayudantes son actualmente ayudantes de laboratorio y tutores de nuestro colegio con cargos rentados de Ayudantes de laboratorio obtenidos mediante llamado a concurso en la Universidad de Mar de Plata.

Los directivos de las escuelas beneficiarias nos informan que las experiencias han resultado altamente significativas tanto para sus docentes como para los alumnos.

Para los primeros las propuestas integradas resultaron estímulos para abordar los contenidos en formas más accesibles, dinámicas y colaborativas con el alumnado, impactando a su vez como una forma de capacitación.

El alumnado, por su parte, mostró una mayor receptividad, participación y creatividad que se tradujo en un mejor rendimiento académico.

Consideramos que este proyecto, iniciado como un proyecto interinstitucional, se va convirtiendo en una forma distinta de construir el conocimiento a través del encuentro de saberes: el de los docentes y alumnos de un establecimiento

preuniversitario con docentes y alumnos de escuelas con otras realidades y necesidades, de donde surgen nuevos y mayores conocimientos y vocaciones; conocimientos empíricos válidos para incentivar en los alumnos la vocación por la ciencia, la tecnología y su enseñanza, de especial interés hoy en nuestro país y en el mundo entero.

Nuestro Colegio tiene larga tradición en emprendimientos solidarios orientados a satisfacer las necesidades de la comunidad en la que se encuentra, pero es necesario lograr una mayor articulación entre los proyectos y propuestas. Resulta imprescindible generar políticas de extensión a través de planes estratégicos ideados como planes institucionales que marquen el rumbo, con subsidios y presupuestos propios, ampliando las alianzas no solo entre instituciones educativas, sino con sociedades de fomento, cooperativas, parroquias u entidades barriales que complementen y resignifiquen la alfabetización científica comunitaria.

Bibliografia

Ahumada, P. (2003). La evaluación en una concepción de aprendizaje significativo. Valparaíso. Ediciones universitarias de Valparaíso, 2da ed.

Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. Transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. Perfiles educativos, Tercera época, Vol. XXIV, números 97-98, pp. 57-75.

Dewey, John (1926). Los principios morales que cimientan la educación. En Ensayos de educación (Obras de Dewey, Vol. II). La Lectura, Madrid. pp. 1-61.

Díaz Barriga Arceo, Frida (2006). Enseñanza situada: vinculo entre la escuela y la vida. Mc Graw Hill. México.

Ministerio de cultura y educación (2005). Dirección de investigación y desarrollo educativo**.** ¨*El servicio a la comunidad como aprendizaje escolar. Actas del 1°-10 Seminario Internacional "Educación y servicio comunitario",* República Argentina.

Pacheco, D (2003). Conceptos, principios y modalidades del programa aprender sirviendo. En D. Pacheco, M. Tullen y J. Seijo (comps): Aprender sirviendo. Un paradigma de formación integral comunitaria. México. Progreso, pp. 2-14.

Porlan, Rafael (1996). Cambiar la Escuela, Magisterio del Río de La Plata.

Puig Rovira, Josep y Palos Rodríguez, Josep (2006) Rasgos pedagógicos del aprendizaje-servicio. Cuadernos de Pedagogía. Nº357, pp. 60-63.

Tapia, M. N (2000)**.** La Solidaridad como Pedagogía. Ciudad Nueva, Buenos Aires.

Tapia, M. N (2002)**.** El aprendizaje-servicio en América Latina. CLAYSS, Buenos Aires.

Comunicaciones

Estrategia Didáctica

Abordaje del Movimiento Armónico utilizando TIC's en la Clase Teórico-Práctica-Laboratorio

Zerbino, Lía M.[1,2]; Baade, Noemí N.[1];
Del Zotto, Ruben[1]; Devece, Eugenio[1,3];
Attilio, Gabriel[1]; Chancel, Myrian[1];
Ronconi, Jorge[1]

1: IEC Ciencias Básicas, Facultad Regional La Plata UTN
2: UID OPTIMO, Facultad de Ingeniería UNLP
3: UID IMAPEC, Facultad de Ingeniería UNLP
e-mail: eugdvc@gmail.com

Resumen

El uso de las NTIC's está difundido ampliamente en el ambiente ingenieril y en la Didáctica de las materias universitarias, debido a su versatilidad y a la rapidez con que los alumnos se familiarizan con ellas desde temprana edad. En nuestro grupo, y en el marco del proyecto Entornos multimediales y estrategias integradoras para el aprendizaje de Ciencias Básicas (EMEIPACiBa) desarrollamos estrategias incorporando estas nuevas tecnologías en la enseñanza de la

Física. En esa línea implementamos propuestas que complementan las experiencias de laboratorio, aprovechando las nuevas tecnologías informáticas NTIC´s, para distintas instancias presenciales, virtuales y on-line, tendiendo a detectar variables que contribuyan a mejorar la adquisición de competencias en docentes y alumnos. Entre ellas surge esta innovación, que se refiere al diseño, organización e implementación de una estrategia que reúne simulaciones, laboratorios in situ realizados por un grupo de alumnos, laboratorios a distancia generados a partir del laboratorio realizado in situ y filmado. Se describen las características del material didáctico desarrollado y las estrategias metodológicas de implementación. Cabe destacar que este caso permite una integración horizontal con materias del mismo año (Algebra, Fundamentos de Informática) y de años posteriores (Análisis II, Cálculo numérico).

Palabras Clave: NTIC's; Competencias propias; Integración horizontal y vertical; Teoría-practica-laboratorio integrados.

Introducción

La exigencia y obligación de modificar el dictado teórico-práctico-laboratorio de la Física se ve incrementada ante la disminución del tiempo de dictado del curso y la necesidad de incorporar nuevos temas. La disponibilidad de nuevas herramientas computacionales permite agilizar las clases y organizarlas de manera más integrada. Así, las NTIC's resultan una herramienta que permite flexibilizar y optimizar los tiempos áulicos.

Los alumnos que ingresan al ámbito universitario traen incorporadas competencias que les facilitan el uso de las NTIC's, pero el docente deberá ser capaz de que, aprovechando esta familiaridad, incorpore los contenidos del curso. Otro punto importante a favor de estas herramientas es que permiten agilizar el análisis de los resultados de la experimentación y su puesta en común en cursos numerosos. Ya se ha evaluado en Didáctica de las Ciencias el rol fundamental de la experimentación en el proceso de enseñanza aprendizaje ya que la misma desarrolla en el alumno competencias y aptitudes que le servirán con posterioridad en el desarrollo de su carrera. Con el fin de incorporar efectivamente estas estrategias en las clases, y analizar sus posibilidades y ventajas, hemos diseñado esta propuesta para el aprendizaje del tema Movimiento Armónico en los cursos de Física 1 de todas las carreras, y una vez puesta en práctica, hemos evaluado los resultados preliminares comparándolos con los obtenidos en cursos tradicionales. Como pretende preparar el camino para el tratamiento del tema en otras materias de 1er y 2do Año, quedará para otro trabajo realizar el seguimiento correspondiente.

Marco Teórico

La experiencia que se comunica fue pensada dentro del contexto del trabajo abarcativo que involucra el nuevo rol del profesor como mediador (Mérida, 2006); (Baade, 2008), en un proceso de enseñanza y aprendizaje que se centra en el alumno, provocando que su participación sea más activa que la de un simple espectador. El rol del docente ha cambiado: se corre del centro de la escena para ser acompañante del alumno y poder

facilitarle las herramientas necesarias para que adquiera conocimientos (Zerbino, 2010).

Cuando estudiamos un sistema sobre el que actúan fuerzas variables, por ejemplo F(y,t) la aplicación directa de las leyes de Newton y su resolución analítica es muy difícil al nivel de conocimientos en que se encuentran los alumnos de 1er Año. Por lo tanto, resulta de importancia el uso de herramientas como las NTIC's que permitan la visualización de los resultados sin tener que resolver las ecuaciones en forma analítica. La idea es construir una herramienta de resolución gráfica que sirva para analizar en general diferentes casos que pueden ejemplificarse en el laboratorio.

Los casos a estudiar, corresponden a diferentes movimientos de dispositivos que incluyen entre otros elementos un resorte. Para analizar un caso general que incluya la posibilidad de que el sistema esté inmerso en un fluido viscoso y se fuerce una amplificación, se diseñó un software que permite visualizar la respuesta dinámica de un sistema como el esquematizado en la Figura 1.

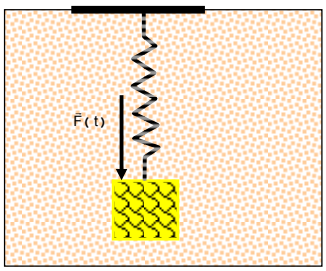


Figura 1. Esquema en el caso general

Desarrollo de la Clase

Describimos sucintamente, como ejemplo, el desarrollo de una clase organizada para presentar el tema, y prepara una experiencia de laboratorio para medir la viscosidad de un fluido a partir de la caracterización de un movimiento armónico amortiguado.

Se propone a los alumnos analizar diferentes modelos de montaje, escribir las ecuaciones que, en el marco de la teoría de Newton, gobiernan la evolución del sistema físico. Luego, eligiendo los parámetros adecuados por comparación con la ecuación general que gobierna al software, utilizarlo para graficar la posición del sistema en función del tiempo.

Durante esta secuencia el docente planteará diferentes interrogantes, que servirán de guía para que el alumno prediga, no sólo la forma de la gráfica, sino también, las características físicas de las distintas interacciones en juego. El análisis irá del caso más sencillo al más complejo

1. Movimiento Armónico Simple

El sistema a analizar es el representado en la Figura 2.

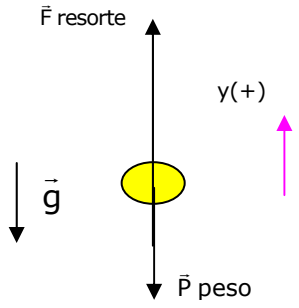


Figura 2. Diagrama de fuerzas. Se desprecia la viscosidad del mismo.

En este caso no consideramos la fuerza exterior $\vec{F}(t)$ ni el medio viscoso. Podríamos simular la situación de la partícula en el vacío o en aire que tiene bajo coeficiente de viscosidad.

Aplicando lo anterior a la ecuación (2), la ecuación a resolver quedará:

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \qquad (1)$$

que escrita en la componente y quedará

$$-k\,y = m\frac{d^2y}{dt^2} \qquad (2)$$

Reescribiendo y reordenando para comparar con (4), tendremos

$$\frac{d^2y}{dt^2} + y\,\omega_n^2 = 0 \qquad (3)$$

Preguntas Disparadoras

1- ¿Qué tipo de movimiento realizará el sistema? ¿Uniforme? ¿Oscilatorio?

2-Analizando las fuerzas actuantes, ¿qué puede predecir de la aceleración? ¿Será constante o variable?, ¿de qué dependerá?

3-¿Qué esperaría para la energía mecánica del sistema?, ¿será constante o no?

2. Movimiento Armónico Amortiguado.

Aquí, ver Figura 3, consideraremos F(t) = 0 y recordando que $\lambda = b/m$. La ecuación a resolver quedará:

$$-\lambda \frac{d\,y}{d\,t} - y\omega_n^2 = \frac{d^2y}{dt^2} \qquad (4)$$

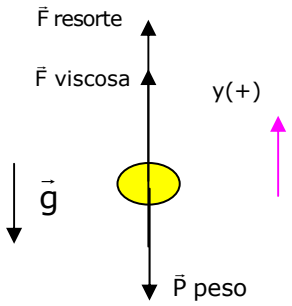


Figura 3. Se sumerge en un líquido viscoso

Preguntas Disparadoras

1-¿Qué tipo de movimiento realizará el sistema? ¿Uniforme? ¿Oscilatorio?

2-¿Espera encontrar alguna diferencia respecto la situación anterior? ¿En la frecuencia? ¿En la amplitud?

3-¿Qué esperaría para la energía mecánica del sistema?, ¿será constante o no?

3.Movimiento Armónico Forzado y Sin Amortiguación

Aquí, ver Figura 4, consideraremos b = 0, la ecuación a resolver quedara:

$$\frac{F(t)}{m} - y\omega_n^2 = \frac{d^2y}{dt^2} \qquad (5)$$

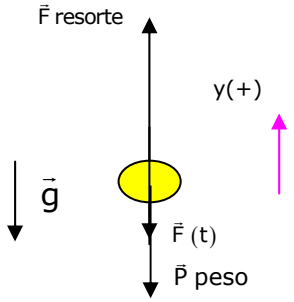


Figura 4. Se agrega una fuerza

Simulación utilizando el Soft Matlab

En cada caso, llegamos como resultado a un modelo matemático en forma de una ecuación diferencial de segundo grado con coeficientes constantes. A esta altura de la cursada, los alumnos aun no tienen las herramientas para resolver ese tipo de ecuación.

Una herramienta para encontrar la respuesta del sistema en función del tiempo es realizar una simulación numérica. En nuestro caso, será por intermedio del soft Matlab, que nos permitirá obtener la posición en función del tiempo en cada uno de los casos propuestos.

El sistema a estudiar será el bloque que modelaremos como una partícula. Deseamos estudiar variables cinemáticas

que siguen la evolución de la partícula, que serán la posición y velocidad en función del tiempo. Ubicaremos para ello un sistema de coordenadas cartesianos constituido por un solo eje y vertical, con el origen en el extremo del resorte cuando este se encuentre en su posición de equilibrio, con lo cual la posición de la masa respecto de ese origen será $y(t)$) y su velocidad $v(t)$.

Nuestro sistema de observación inercial será aquél en que la Tierra plana está fija. Indicamos en el diagrama la dirección de $\vec{g}$. Al hacer el diagrama de cuerpo libre quedará el de la Figura 5, en la que hemos supuesto que la partícula está por debajo de la posición de equilibrio y alejándose de ella.

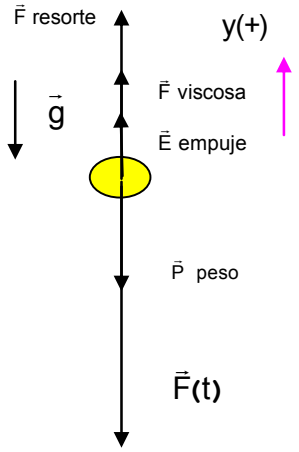


Figura 5. Diagrama del cuerpo libre en el caso general

Para este caso general tendremos que sobre el cuerpo de masa m actúan:

- la Tierra, que supondremos plana y que ejerce la fuerza peso $\vec{P}$.

- un medio fluido (representado en la Fig. 1 por el rectángulo de color) que ejerce hacia arriba la fuerza empuje $\vec{E}$, la cual despreciaremos por ser el fluido un medio gaseoso.
- si además, el medio es viscoso, ejercerá una fuerza de origen viscoso, que suponemos proporcional a la velocidad del cuerpo y en sentido opuesto al movimiento. La constante de proporcionalidad dependerá del fluido y la designaremos con la letra b.
- el resorte, que ejercerá una fuerza proporcional a su estiramiento. Su valor lo determinamos mediante la Ley de Hooke. Como el resorte está vertical, al colocar la masa, el resorte se deformará un Δ_0 hasta una posición de equilibrio (donde hemos puesto nuestro origen de coordenadas). Así, en ese punto se cumplirá que $\vec{F}_{resorte} + \vec{E} - \vec{P} = 0$ de dónde $k \cdot \Delta_0 = \vec{P} - \vec{E}$.
- un agente exterior que ejerce la fuerza $\vec{F}(t)$ que supondremos dependiente del tiempo.

Las condiciones del problema hacen que $\vec{a} = (0, a_y)$

Si aplicamos la segunda ley de Newton, tendremos la siguiente ecuación

$$\vec{F}(t) + \vec{F}_{resorte} + \vec{F}_V + \vec{P} + \vec{E} = m \cdot \vec{a}$$

Sabemos que

$$a_y = \frac{d^2 y}{d t^2}$$

Descomponiendo las fuerzas en los ejes propuestos, tendremos:

$$\sum F_y = -F(t) + b\frac{dy}{dt} + k(y + \Delta_0) - P + E = m\frac{d^2y}{dt^2} \qquad (6)$$

$$\sum F_y = -F(t) + b\frac{dy}{dt} + ky = m\frac{d^2y}{dt^2} \qquad (7)$$

Donde en (7) hemos simplificado usando que $k \cdot \Delta_0 = P - E$

La ecuación (7) es una "ecuación diferencial", su solución es una función y(t). La podemos reescribir como

$$-\frac{F(t)}{m} + \frac{b}{m}\frac{dy}{dt} + \frac{k}{m}y = \frac{d^2y}{dt^2} \qquad (8)$$

Llamamos $\boxed{\omega_n = \sqrt{k/m}}$ que será la "frecuencia natural" del sistema, y representará su modo propio de oscilación.

Llamando $\boxed{\lambda = b/m}$, entonces quedará

$$-\frac{F(t)}{m} + \lambda\frac{dy}{dt} + y\omega_n^2 = \frac{d^2y}{dt^2} \qquad (9)$$

Por otro lado, se requerirá conocer las condiciones iniciales del sistema para que la solución de (9) sea única.

$$\begin{cases} y(t_0) = y_o \\ v(t_0) = v_o \end{cases}$$

Sin perder generalidad elegimos $t_0 = 0$

Los alumnos de 1er año no pueden evaluar analíticamente estas ecuaciones.

Mediante el programa Matlab[1] visualizamos la solución de la ecuación diferencial.

```
% Introducir las condiciones iniciales
xo=input('posicion inicial=');
vo=input('velocidad inicial=');
ci=[xo;vo];
% introducir los parámetros del sistema
m=input('masa=');
k=input('constante del resorte=');
fn=sqrt(k/m);
b=input('coeficiente de amortiguacion=');
v=b/m;
A=[0 1;-fn^2 -v];
B=[0;1];
C=[1 0;0 1];
D=[0;0];
% Introducción de los parámetros de la fuerza forzante
amp=input('amplitud=');
f=input('frecuencia forzante=');
tmax=input('tiempo máximo de simulación=');
t=0:0.01:tmax;
u=amp*sin(f*t);
[y x ]=lsim(A,B,C,D,u,t,ci);
```

[1] El manejo del software requiere programar en un lenguaje sencillo (Basic) que se ve en Fundamentos de Informática, materia del mismo nivel.

```
% Salida gráfica de la respuesta del sistema (posición y velocidad)
figure(1)
plot(t,x(1:((tmax/0.01)+1),1))
xlabel('tiempo')
ylabel('posición')
grid
figure(2)
plot(t,x(1:((tmax/0.01)+1),2))
xlabel('tiempo')
ylabel('velocidad')
grid
```

El programa, para los alumnos, trabaja como una caja negra en la que se introducirán los parámetros del sistema analizado, condiciones iniciales y de los agentes exteriores.

Caso 1- En el caso que estamos analizando, como no están ni el medio viscoso ni la fuerza externa $\vec{F}(t)$, deberemos fijar el parámetro b, el parámetro amp y el parámetro f como cero.

Por ejemplo,

Posición inicial= -4

Velocidad inicial= 0

Masa= 3

Constante del resorte= 12

Coeficiente de amortiguación= 0

F_o = 0

Frecuencia forzante= 0

Tiempo máximo de simulación=10

Resultarán los siguientes gráficos

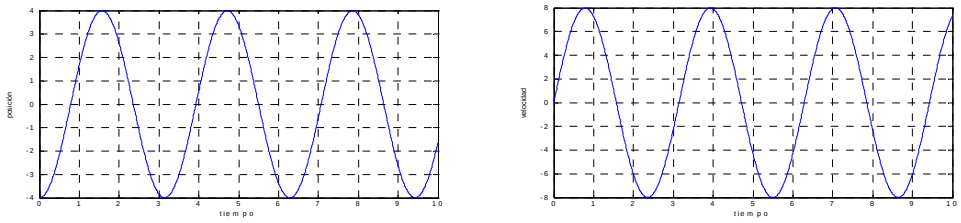


Figura 6.

Preguntas de Síntesis

1-¿Qué tipo de movimiento realiza el sistema? ¿Uniforme? ¿Oscilatorio?

2-¿Qué puede decir de la aceleración?, ¿es constante o variable?, ¿de qué depende?

3-¿Qué esperaría para la energía mecánica del sistema?, ¿será constante o no?

Preguntas de Afianzamiento

1- Al colocar distintas condiciones iniciales (ejemplo, y(0)=0, v(0)=v_0 ó, y(0) =A, [llamada amplitud del movimiento] y v(0)=0), ¿por qué la frecuencia natural o el período de movimiento permanece constante?

2-¿Cómo es la amplitud del movimiento (máximos alcanzados) en el tiempo?

3- A partir de la respuesta anterior, ¿qué puede decir de la energía mecánica del sistema?

Caso 2- Como está el medio viscoso pero no la fuerza externa $\vec{F}(t)$, deberemos fijar el sólo el parámetro amp y f como cero.

Mediante el mismo programa, podremos graficar un caso. Por ejemplo:

Posición inicial= -4

Velocidad inicial= 0

Masa= 3

Constante del resorte= 12

Coeficiente de amortiguación= 0.8

F_o= 0

Frecuencia forzante= 0

Tiempo máximo de simulación= 20

Siendo el grafico de salida el de la Fig.7.

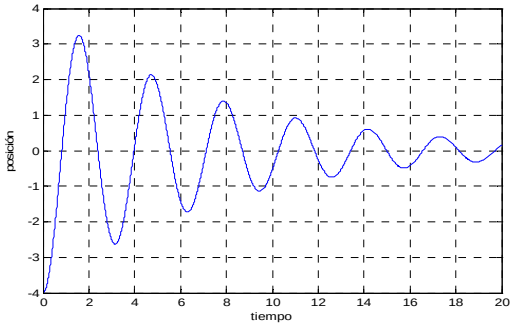


Figura 7. Movimiento amortiguado

Preguntas de Síntesis

1-¿Qué tipo de movimiento realizará el sistema? ¿Uniforme? ¿Oscilatorio?

2-¿Espera encontrar alguna diferencia respecto la situación anterior?, ¿en la frecuencia?, ¿en la amplitud?

3-¿Qué esperaría para la energía mecánica del sistema?, ¿será constante o no?

Preguntas de Afianzamiento

1-¿Qué diferencia encuentra con el movimiento analizado en el inciso anterior?

2-Cuando modifica su amplitud, ¿se modifica la frecuencia?, ¿es un movimiento periódico?

3-Si se modifica el medio viscoso, ¿sobre qué variables incide?

Preguntas Disparadoras

1-¿Qué tipo de movimiento realizará el sistema? ¿Uniforme? ¿Oscilatorio? ¿Espera encontrar alguna diferencia? ¿En la frecuencia? ¿En la amplitud?

2- Analizando las fuerzas actuantes, ¿qué puede predecir de la aceleración?, ¿será constante o variable?, ¿de qué dependerá?

3-¿Qué esperaría para la energía mecánica del sistema?, ¿será constante o no?

Caso 3- Usamos el mismo programa. Tomaremos una fuerza periódica senoidal del tipo $\vec{F}(t) = \vec{F}_0 \bullet \text{sen}(\omega \bullet t)$

Mantendremos las condiciones iniciales

Estudiaremos una situación

Posición inicial= -4

Velocidad inicial= 0

Masa= 3

Constante del resorte= 12

Coeficiente de amortiguación= 0

F_o= 12

Frecuencia forzante= 0.5

Tiempo máximo de simulación= 20

Obtenemos el gráfico de la Figura 8.

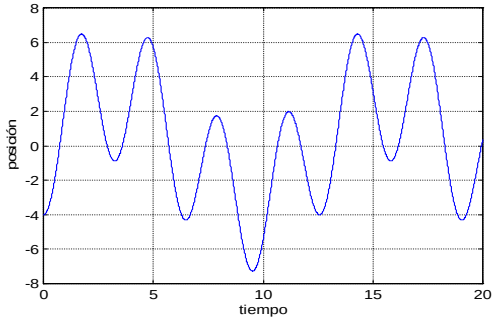


Figura 8. Forzado, sin amortiguación.

Un caso interesante es cuando la frecuencia forzante es igual a la frecuencia natural del sistema

Para graficarlo elegimos:

Posición inicial= -4

Velocidad inicial= 0

Masa= 3

Constante del resorte= 12

Coeficiente de amortiguación= 0

F_o= 12

Frecuencia forzante= 2

Tiempo máximo de simulación= 50

Obtenemos el gráfico de la Figura 9.

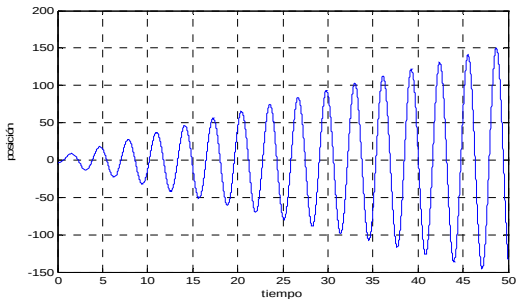


Figura 9. Forzado, sin amortiguación.

Preguntas de Afianzamiento

1-¿Qué coincidencias y que diferencias ve en este movimiento respecto a los anteriores estudiados?

2-Este movimiento se puede asociar al que sucede con una hamaca, ¿En qué punto de la misma se aplica la fuerza cuando se desea aumentar la amplitud?

3-Si realiza simulaciones variando la frecuencia de la fuerza forzante haciéndolas menor y mayor que la natural del sistema, ¿qué observa?

4-¿Qué es la resonancia?

Caso Particular Movimiento Armónico Forzado y Con Amortiguación

Estudiaremos el caso completo, con todas las magnitudes de la ecuación (9).

Para ellos usaremos los siguientes valores:

Posición inicial=4

Velocidad inicial=0

Masa=3

Constante del resorte=12

Coeficiente de amortiguación=0.8

$F_o=12$

Frecuencia forzante=4

Tiempo máximo de simulación=50

Al hacer la simulación, obtenemos la gráfica de la figura 10

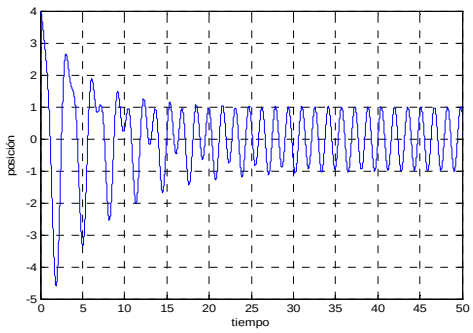


Figura 10. Forzado, con amortiguación.

Preguntas de Síntesis:

1- ¿Qué coincidencias y que diferencias ve en este movimiento respecto a los anteriores estudiados?

2- Este movimiento se puede asociar al que sucede con un amortiguador de automóvil que se mueve en camino con baches. Simulamos la fuerza ejercida por los baches sobre el amortiguador mediante una función periódica senoidal. ¿Qué nota que sucede con la gráfica luego de una larga exposición del sistema a la fuerza exterior?

3- Si va variando el coeficiente de amortiguación dejando la misma fuerza exterior, ¿qué observa?

Parte de estas preguntas se discuten en la clase siguiente, a partir del informe generado por los alumnos. Este trabajo sirve para preparar un laboratorio utilizando TIC´s lo que permite ajustar y profundizar conceptos integrando los contenidos con los otros de la currícula. En la sección siguiente se consigna la Guía para este laboratorio.

Luego de realizado el laboratorio, los alumnos elaboran un informe.

Trabajo Experimental

Movimiento Armónico Amortiguado. Construcción de un Amortiguador Elemental.

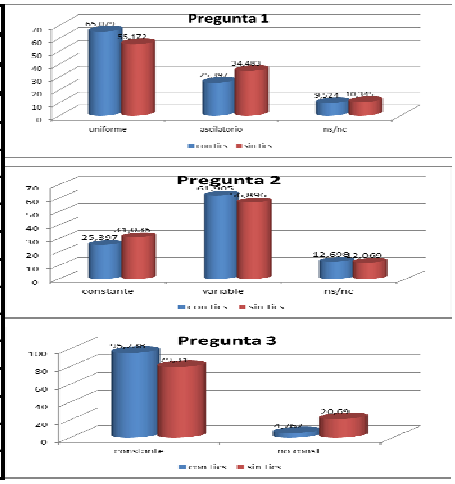
Durante una clase de Trabajos Prácticos de problemas se realizan el planteo de la situación problemática inicial y la propuesta de diseño de medida experimental con las características del material disponible y rango de valores a medir.

Los diferentes grupos entregan sus conclusiones al ayudante y las discuten con él. El enunciado, elementos y organización del trabajo práctico se encuentran en una plataforma Moodle, para lo cual los alumnos tienen una clave de acceso particular. **http://moodle.frlp.utn.edu.ar**

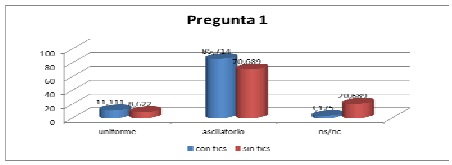
Resultado de las Preguntas de la Guía. Tema: Mas

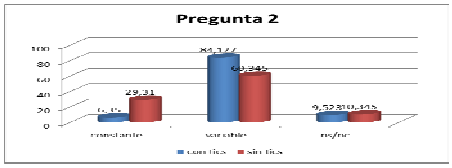
Curso Con NTIC's Vs. Curso Sin NTIC's

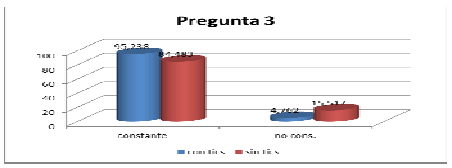
Preguntas disparadoras antes de la experiencia					
Curso con TIC's			Curso sin TIC's		
Cantidad de alumnos: 63			Cantidad de alumnos: 58		
1	uniforme	65,079	1	uniforme	55,172
	oscilatorio	25,397		oscilatorio	34,483
	ns/nc	9,524		ns/nc	10,345
	total	100		total	100
2	constante	25,397	2	constante	31,035
	variable	61,905		variable	56,896
	ns/nc	12,698		ns/nc	12,069
	total	100		total	100
3	constante	95,238	3	constante	79,31
	no const.	4,762		no cons.	20,69
	total	100		total	100



Preguntas disparadoras despues de la experiencia						
Curso con TIC's				Curso sin TIC's		
Cantidad de alumnos: 63				Cantidad de alumnos: 58		
1	uniforme	11,111		1	uniforme	8,622
	oscilatorio	85,714			oscilatorio	70,689
	ns/nc	3,175			ns/nc	20,689
	total	100			total	100
2	constante	6,35		2	constante	29,31
	variable	84,127			variable	60,345
	ns/nc	9,523			ns/nc	10,345
	total	100			total	100
3	constante	95,238		3	constante	84,483
	no cons.	4,762			no cons.	15,517
	total	100			total	100

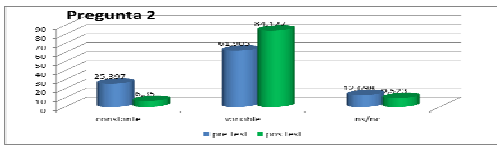


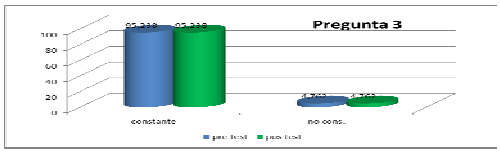


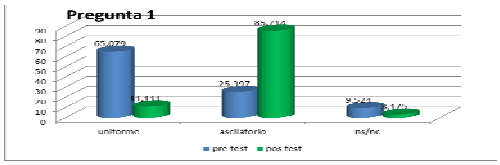


Comparación de Resultados en el 1er Curso

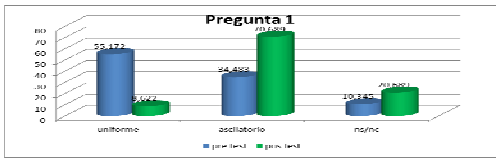
Curso Con NTIC's

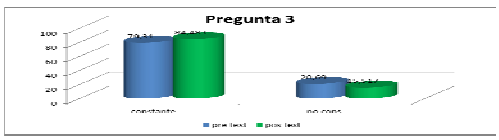


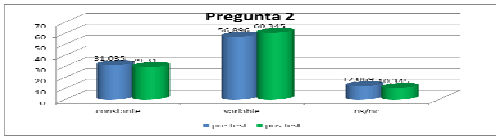




Curso Sin NTIC's







Conclusiones

De la experiencia resulta que el alumno puede visualizar rápidamente la respuesta del sistema a distintas situaciones sin tener que resolver las ecuaciones diferenciales. Estas serán retomadas por la cátedra Análisis II, a partir de estos ejercicios, donde se resuelven mediante los métodos analíticos obteniendo así la respuesta temporal del sistema (Integración vertical). Asimismo en Fundamentos de Informática, materia del mismo nivel tratan lenguajes de programación que se aplican en el software utilizado.

De los gráficos se puede apreciar que en cada una de las preguntas, excepto en la tercera, ya que ellos cuentan con conocimientos previos sobre trabajo y energía, se aprecia una mejor respuesta de los alumnos que participaron utilizando NTIC's.

Bibliografia

David Báez López. *Matlab con aplicaciones a la Ingenieria, Física y Finanzas.* Alfaomega 2006

Den Hartog, J P .*Mecánica de las vibraciones*. CECSA 1979

García, A.F. *Física con ordenador*, www.sc.ehu.es/sbweb/fisica. (1998-2006)

Lewis, P.-Chang Yang. *Sistemas de Control en Ingeniería*. Prentice Hall 2006

Serway. *Física. Volúmen I*. Mc Graw. Hill

Weber– Prodanoff– Zerbino- Baade. Experiencias "que fallan" reparan huecos conceptuales Memorias de la SIEF XI 2012

Adultos Mayores, un Nuevo Desafío para la Enseñanza de la Física

Jardon, Alberto; Fernández, Patricia; Milicic, Beatriz

TIDCyT, Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, U. N. R.

ajardon@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Los cambios demográficos producidos desde mediados del siglo pasado con el crecimiento de la población mayor de 65 años y la reducción de la natalidad ha causado un crecimiento de la población adulta mayor con nuevas demandas no sólo asistenciales y sociales, también culturales y educativas. Las universidades han comenzado a organizar cursos de educación no formal para este segmento poblacional.

La física debe estar presente en este espacio y para eso los docentes deben adecuarse a estas nuevas demandas, en este trabajo se analizan las características de esta población y sus necesidades junto con las condiciones que deben satisfacer los docentes que encaren esta tarea y criterios que orienten las estrategias didácticas.

Palabras Clave: Adultos mayores; Educación no formal; Curso de física; Estrategias didácticas.

Introducción

Una de las transformaciones sociales más importantes que se ha producido desde mediados del siglo pasado está relacionada con la mayor esperanza de vida de la población y la reducción del índice de natalidad que ha causado un incremento de población de adultos mayores. Datos publicados por las Naciones Unidas en 2012 (United Nations, 2012a) muestran que la cantidad de personas mayores a 65 años en el año 1950 era del 8% respecto del total de población mundial (United Nations, 2012b) mientras que en el año 2012, la relación fue del 11 %. En los países sudamericanos, en 2012 Uruguay poseía la relación más alta, con un 19 % y Argentina ocupaba el segundo lugar con un 15%.

Este envejecimiento poblacional no tiene precedentes en la historia de la humanidad (United Nations, 2012b), el incremento de mayores de 65 años va acompañado de la disminución de menores de 14 años y trae importantes consecuencias en distintas áreas: respecto de lo económico, incidirá en el ahorro, la inversión y el consumo, los mercados de trabajo, las jubilaciones, la tributación y las transferencias intergeneracionales. Respecto de lo social, en la atención de la salud, la composición de la familia, las condiciones de vida, la vivienda y la migración, en lo político, puede incidir en los patrones de voto, etc.

Si analizamos la evolución de la población mayor a 65 años y de menores de 14 años respecto del total en la República Argentina (INDEC, 2011), podemos observar que la relación entre ambos grupos etarios disminuye drásticamente a partir de inicios del siglo XX, pasando de un 19,6 en 1914 a un 2,6 en 2011 (Figura 1).

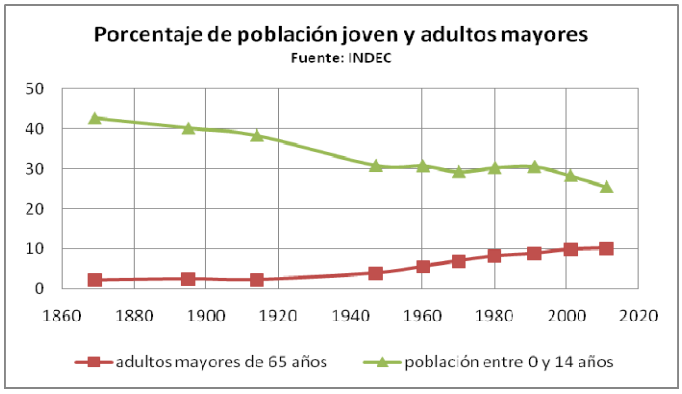


Figura 1: Porcentaje de población menor a 14 años y mayor de 65 años respecto de la población total en la República Argentina (Fuente: INDEC, 2011)

Hoy en Argentina la edad de jubilación es de 60 y 65 años para mujeres y varones pero la expectativa de sobrevida es de 24 y 19 años respectivamente (United Nations, 2012 b), además el estado de salud y la calidad de vida han mejorado notablemente en estos últimos años por lo que no sólo hay una mayor población de adultos, estos están más sanos, en general tienen más años de educación formal, disponen de tiempo y desean aprovecharlo de manera activa por lo que tienen demandas que eran impensables años atrás.

Este incremento de vida debe tener correlación con un rol activo y socialmente significativo, la vida activa se refiere no sólo a actuar física o económicamente, sino a participar en asuntos sociales, económicos, culturales y cívicos. Esto les permite tomar parte en la sociedad de acuerdo a sus deseos, necesidades y capacidades, mientras se les proporciona apoyo, protección, seguridad y cuidados adecuados cuando necesitan asistencia (Ganso y col., 2012).

Pero para que exista esta vida activa se deben generar espacios diferentes de los establecidos durante la vida laboral para el enriquecimiento social y cultural. Entre estos nuevos espacios se encuentran los educativos. Desde hace varias décadas en todo el mundo se ofrecen programas de educación no formal para la tercera edad que dan respuesta a estas inquietudes culturales, a la organización del ocio activo y el tiempo libre y consecuentemente a la ampliación de las relaciones interpersonales.

Desde la década del ´90 en nuestro país se ofrecen programas no formales para adultos en distintas universidades. Están enmarcados en la filosofía de la formación permanente y consisten en la implementación de cursos, talleres y otras actividades educativas y culturales destinados a los adultos mayores, dictados por docentes universitarios, con temáticas pertinentes o afines al contexto disciplinar de la oferta académica de la universidad (Yuni y Urbano, 2011).

Al estar destinada a una población heterogénea, el diseño de esta oferta constituye un desafío en la selección de los temas a desarrollar y de la metodología a emplear.

Educación No Formal

Con la masificación de la educación escolarizada realizada en occidente a partir de finales del siglo XIX, elemental primero y secundaria o media luego, la educación formal adquirió una enorme gravitación social a tal punto que hoy resulta difícil pensar a quienes se encuentran fuera del ámbito educativo que durante siglos la educación fue no escolarizada. Que los constructores de las pirámides, los acueductos romanos y las grandes catedrales medievales jamás asistieron a la escuela. Es por esto que la sociedad ve a la educación escolarizada y formal como la única forma de educación "aceptable".

Lo que caracteriza a la educación formal es su alto grado de institucionalización, su ordenación por grados, su estructura jerárquica, y un sistema de titulación en al menos algunos niveles. Es una educación que tiene uniformidad, bastante rigidez, una estructuración vertical y horizontal, criterios de admisión bastante restringidos y una fuerte intervención estatal tanto en su estructura como en los contenidos que se enseñan (Aguirre Pérez y Vázquez Moliní, 2004).

La educación no formal, por su parte, se caracteriza por ser también organizada y sistemática (de lo contrario sería educación informal), no institucionalizada y dirigida a ciertos grupos de población tanto niños como adultos. Es importante destacar que se trata de una actividad organizada, y estructurada, esto significa que tiene objetivos didácticos precisos, además está dirigida a un grupo reconocible de la población y finalmente esos aprendizajes pueden acreditarse o certificarse pero no conducen a títulos académicos o profesionales, la enseñanza de ajedrez es un ejemplo típico de este tipo de enseñanza. Que la educación no formal sea organizada y estructurada la diferencia también de la divulgación

científica, entendiendo que ésta se encarga de "exponer la ciencia o una materia técnica en forma fácilmente asequible a la población no experta en el tema" (Belenguer Jené, 2003). Es importante notar que la divulgación científica no es una actividad organizada y estructurada como sí lo es la educación no formal.

La Educación No Formal para Adultos Mayores

La percepción general sobre la vejez está asociada con la demanda de servicios, ayuda y cuidados, considerándola en consecuencia un problema o carga social. El adulto mayor percibe que se pierden lazos que dieron sentido a su vida: mueren los padres, cónyuges y amistades, los hijos se independizan, el retiro aparta o limita las relaciones creadas con compañeros de trabajo, desciende notablemente la actividad social, todo ello unido a restricciones económicas debidas a montos exiguos de jubilación. Esta situación plantea la necesidad de que emerjan políticas que promuevan redes sociales de participación de los adultos mayores, para incrementar una intervención social significativa y un estilo de vida activo, vinculados al mantenimiento de una buena calidad de vida y a la prevención y atenuación de enfermedades (Sánchez Salgado, 2010).

La participación social significativa permite el desarrollo del potencial personal y de nuevas relaciones sociales que mejoran no sólo su bienestar sino además renuevan la representación social de la vejez (Urquijo y col., 2008). La participación social del adulto mayor se desarrolla en asociaciones y movimientos sociales, en el voluntariado, en actividades educativas, políticas, de ocio y tiempo libre, etc.

todos estos factores explican un envejecimiento exitoso (Vellas, 1996).

Es en este marco que la educación propone un tipo de intervención que ayude a las personas a reconocer las posibilidades que ofrecen los diferentes momentos de la vejez, tratando de favorecer un mejor ajuste y una mayor satisfacción vital, para potenciar los aspectos positivos de los cambios y disminuir los efectos negativos (Martín García y Requejo Osorio, 2005) ya que la educación es un importante espacio de intercambio e integración para las personas mayores, pero además es posibilidad de resarcimiento frente a la falta de oportunidades que tuvieron en otras etapas de la vida (Yuni y Urbano, 2011).

Desde hace varias décadas, la Educación para Adultos Mayores se viene desarrollando en un gran número de universidades. Sus objetivos principales tienen que ver no sólo con el aprendizaje sino también con fomentar la interacción social y aumentar la calidad de vida de las personas mayores de 60 años. Martín García y Requejo Osorio (op. cit.) caracterizan los objetivos de estos programas de la siguiente manera:

- Ante la agudización de la percepción temporal sobre la finitud de la vida, factor limitador de las expectativas personales y de toma de decisión de los adultos mayores, estos programas deben mostrar el reconocimiento de las posibilidades que ofrece la vejez al sostener que el *enriquecimiento social* siempre es posible.
- Ante el reconocimiento de que la posibilidad de cambiar y aprender a lo largo de la vida depende no sólo de factores cognitivos, sino además de los contextos sociales, culturales y mediacionales, estos programas

deben *sensibilizar* a los adultos y ancianos ante determinados programas de intervención socioeducativa en función de los contextos sociales y culturales.

- Ante la necesidad de mejorar la calidad de vida a través del *envejecimiento activo*, la oferta educativa debe desarrollar un nuevo modo de vivenciar la vejez, de relativizar la influencia biológica y social de la edad cronológica y de eliminar formas institucionalizadas de prejuicios y estereotipos hacia los adultos mayores.
- Ante la soledad individual y generacional de la vejez, la educación debe ser una oportunidad para la *comunicación e interacción humana*, que fomenta el *desarrollo personal* junto a otros al ofrecer alternativas socialmente compartidas al ocio y al tiempo libre, facilitando roles significativos para su integración.
- Ante los declives de los niveles de activación cerebral, muchas veces disminuidas a partir de la jubilación, los cursos deben ofrecer un entrenamiento en procesos de razonamiento deductivo, memoria y otras funciones mentales para *mejorar los niveles de salud.*
- Frente a los procesos depresivos que ocurren cuando una persona se encuentra de forma súbita sin las actividades usuales desarrolladas en su vida laboral, estos programas deben facilitar *roles significativos* a los adultos mayores para su integración en el contexto social, desarrollar o potenciar el crecimiento y el desarrollo personal en las esferas afectiva, física y mental, aumentando la calidad y el disfrute de la vida.
- Ante la pérdida de autoconfianza para afrontar situaciones generales, la intervención socioeducativa contribuye a aumentar la *autosuficiencia* y mejorar

creencias sobre las habilidades propias al aumentar la capacidad de resolver problemas de la vida diaria, disminuyendo la dependencia familiar y social.

Estos autores señalan las características esperables en las aulas para la tercera edad, que se basan en la filosofía de la formación permanente, cultural y social. Deben ser participativas, tratando de implicar a las personas en el proceso, no competitivas, buscando la cooperación y la solidaridad, motivadoras, para lo cual se emplean técnicas de animación sociocultural, donde prima lo lúdico, lo creativo, el aprendizaje basado en problemas, en estudios de caso, proyectos, etc.

Respecto de la educación en física para adultos mayores, son escasas las publicaciones en este área, una de ellas analiza cómo afecta el envejecimiento a las capacidades para establecer relaciones inversas en la vida diaria, analizando estas relaciones con ejemplos de la física intuitiva (Léoni y col., 2002; Farina, J. et al. 2013 b).

Organización de Cursos de Física para Adultos Mayores

Como ya se mencionó, en este tipo de cursos los objetivos son distintos de los de educación formal y en consecuencia deben estar organizados considerando ciertas cuestiones que, aunque presentes en la educación formal, en la no formal tienen distinta ponderación. Las principales cuestiones a considerar son:

- Integración grupal
- Desarrollo de la autoestima

- Adquisición de nuevos conocimientos

Esta secuencia establece la jerarquía que le otorgamos a cada una ya que, en general, no es posible lograr autoestima si no hay integración grupal y no es posible adquirir nuevos conocimientos si se carece de autoestima. Para satisfacer estas necesidades hay que considerar el ámbito de trabajo, las condiciones que deben tener los docentes a cargo y las estrategias didácticas elegidas.

Ambito de Trabajo

No es frecuente que en la planificación de la educación formal se consideren las características del ámbito donde se dictará el curso, ya sea porque la rigidez del sistema permite muy pocas o ninguna alteración o porque las rutinas terminaron por habituar a los docentes a no considerarlo.

En el caso de los cursos no formales para adultos donde la integración grupal es una condición principal a contemplar el ambiente es lo primero que se debe considerar; pupitres en fila y fijos al piso, típicos del aula de la primera mitad del siglo XX no facilitan la movilidad y la integración de los asistentes, mobiliario escolar diseñado para alumnos de ocho o diez años dificultan que los adultos se paren con frecuencia para realizar actividades grupales, salones muy grandes con reverberación de sonidos obstaculizan la escucha y hacen que finalmente todos terminen hablando a los gritos, etc.

Aunque no inciden directamente en la integración hay aspectos ambientales que deben ser considerados también, la

existencia de escaleras, aún de pocos escalones, instalaciones sanitarias adecuadas para adultos y en el mismo piso, etc.

Condiciones Necesarias de los Docentes de Adultos Mayores

Como ya se dijo, a diferencia de los cursos formales, donde el objetivo didáctico está condicionado por el cumplimiento de un programa y la adquisición de determinadas competencias o saberes que además serán evaluados, en los cursos no formales el objetivo didáctico está orientado a la comprensión de los fenómenos físicos desde una perspectiva más participativa de los asistentes, donde el aprendizaje es más libre y los alcances de cada alumno diferente, el docente debe tener una actitud flexible en el desarrollo de la clase, acá el docente es un "artesano" que se relaciona de modo diferente con cada grupo de personas (Yuni, 2008).

El docente debe ser un facilitador del proceso que estimule y promueva la capacidad de los participantes para aprender los temas de física, más que un descriptor de teorías y modelos que es la práctica de enseñanza habitual en el ámbito universitario.

En nuestro país la profesionalización en la enseñanza de adultos mayores no surge de una formación específica ni es producida por la institucionalización del sistema como es en otros países como la Universidad para la Tercera Edad de Francia. Tampoco es una ocupación de tiempo completo por lo que la mayor o menor calificación o competencia profesional de estos docentes es producto del ejercicio de la función y de su disposición para implicarse en la tarea.

Esta situación va determinando las condiciones personales que debe satisfacer un docente para encarar con éxito el desarrollo de un curso de física para adultos mayores, las principales se describen a continuación.

Capacidad de gestión grupal

La característica personal más importante es la capacidad de gestión grupal ya que la importancia que tiene la sociabilidad, las relaciones interpersonales y la integración grupal para los adultos mayores sólo puede darse si el docente a cargo del curso tiene la capacidad para establecer las bases necesarias para que este proceso pueda darse.

Es necesario que mantenga de modo permanente un clima de participación e igualdad entre los asistentes, más allá de las grandes diferencias que inevitablemente hay entre ellos, de formación académica, historia de vida, y hasta de edad, por eso debe establecer reglas claras y mantenerlas a lo largo del curso.

Por otra parte debe brindar confianza y seguridad desde el principio a los asistentes que los temas que van a ver se pueden aprender y que además son importantes. Actitudes que muestren "esto que yo sé Uds. jamás lo aprenderán" son, aunque no recomendables, frecuentes en cursos formales donde los alumnos están obligados a soportar esto y cosas peores aún para lograr una certificación académica, pero en un curso no formal este tipo de actitud lo único que logra es aumentar la deserción.

Las actitudes personales

Para tener éxito en la gestión grupal y en la permanencia de los asistentes hay aspectos personales del docente que son imprescindibles y que pueden sintetizarse en paciencia, afectividad y carácter para orientar el grupo.

El docente debe ser paciente para interactuar con el grupo, expresiones como "Ud. debería saberlo…"o "Esto ya lo vimos la semana pasada…" largamente escuchadas en las aulas de educación formal son inaceptables en un curso no formal, la paciencia para volver a explicar lo ya explicado, para repetir lo ya analizado con anterioridad, para buscar nuevas formas de presentar un tema y hacer eso de muy buen talante, es mucho más importante con los adultos mayores que en los cursos tradicionales.

La buena disposición y mostrar alegría en esta tarea son imperiosos para crear un clima que facilite la integración y la participación grupal, imprescindibles para que los participantes logren los aprendizajes esperados.

Conocimientos de Física

El docente debe tener un amplio conocimiento de física en todos los campos, no necesariamente en profundidad, para estar en condiciones de explicar correctamente y con claridad cualquier pregunta que salga de lo "preparado" para el encuentro.

Son frecuentes las preguntas que surgen como consecuencia del tema que se esté tratando o de alguna nota periodística que requieren una explicación clara y delimitante. Esta demanda de amplios conocimientos en todos los campos de

la física puede dificultar las explicaciones adecuadas ya que en general hay una tendencia de los físicos profesionales a ser "correctos y precisos" en sus explicaciones dejando de lado modelos simplificados por ser "incorrectos" (Milicic y col., 2007) Un ejemplo sería cuando un físico debe desarrollar una asignatura de una carrera donde la física no es central, por ejemplo, el área salud, donde destina mucho tiempo a cinemática, en vez de profundizar aspectos de física biológica.

Diseño de Estrategias Didácticas

Uno de los resultados importantes de la investigación sobre el aprendizaje de los adultos mayores es que si bien no hay diferencias significativas respecto de los adultos en cuanto a las posibilidades de aprender, si hay diferencias en el proceso de aprendizaje que Aiken (2002, pág. 102) resume en: (1) prefieren procesos instruccionales más lentos, (2) son más cautelosos y arriesgan menos en procesos de ensayo y error, (3) los perturban más los aspectos emocionales del proceso, (4) tienen más dificultades en distinguir la información relevante de la irrelevante, por lo que ruidos externos o interrupciones de la clase los perturban más, (5) son menos dados a recurrir a esquemas o recursos nemotécnicos de forma espontánea, (6) son menos propensos a aprender temas que desde su punto de vista son irrelevantes.

Estos resultados deben guiar las estrategias didácticas ya que si en los cursos tradicionales es bueno que las clases sean interesantes, motivadoras y atractivas en los cursos no formales esto es imperativo, si no se logra convocar y mantener la atención de los asistentes la clase está perdida y ésta debiera ser la consigna que oriente toda la planificación didáctica.

Para lograrlo la enseñanza de la física cuenta con un recurso importante que es su carácter experimental que debe usarse en forma permanente y sobre ellos construir didácticamente las teorías y modelos que explican los fenómenos observados.

El otro recurso con que se cuenta para este tipo de cursos es el tiempo, ya que a diferencia de los cursos regulares no hay restricciones establecidas por planes de estudio y pueden planificarse clases más extensas para desarrollar los temas.

Además de los aspectos ya mencionados en el diseño de las actividades didácticas se deben tener en cuenta otros que se describen a continuación

Heterogeneidad de los asistentes

A los cursos regulares los alumnos llegan con ciertos conocimientos más o menos homogéneos establecidos en los cursos previos, no ocurre los mismo en los no formales, en consecuencia es importante preparar las actividades didácticas teniéndolo en cuenta. Por eso los experimentos que se presenten deben ser originales y novedosos para todos, repetir un experimento escolar trivial hará que algunos se aburran o desinteresen por ser algo conocido.

Nitidez del fenómeno observado

Es necesario considerar que la situación experimental sea fácilmente observable por todos los asistentes; como ejemplo extremo: no es posible que veinte personas se paren y acomoden para observar un fenómeno en un microscopio por

muy interesante que sea; no sólo se va el tiempo de clase, se dispersa la atención de quienes no están observando, en estos casos es preferible una simulación o una animación visible por todos aunque no sea realmente una situación experimental.

Otra cuestión importante en la realización de los experimentos es que la estructura del dispositivo sea lo suficientemente sólida para que, en la medida de lo posible, los participantes puedan manipular las variables en juego y así ver las variaciones del fenómeno.

Además los experimentos deben llevar a una observación cualitativa más que a minuciosas observaciones cuantitativas; demorar media hora en el registro de un conjunto de valores para luego graficar la función de respuesta garantiza el aburrimiento de los asistentes, de modo que si no se dispone de una interfase con el software adecuado para lograr una rápida graficación y proyectarlo en una pantalla es preferible recurrir a una simulación.

Análisis del contexto histórico y social

Ningún tema de física se desarrolló aislado del contexto social de su época, de modo que incluir este aspecto y también el impacto que el descubrimiento produjo es importante no sólo porque aumenta el interés de los participantes por el tema sino porque además completa la visión que se llevarán de la física.

Para esto es imprescindible recurrir a los textos de historia de la física ya que muchas de las "anécdotas" que ilustran los textos de física suelen ser superficiales cuando no erróneas.

Material de lectura

Se debe contemplar además la provisión de material de lectura sobre el tema, su historia y su impacto social acorde a lo desarrollado en el curso para que los asistentes dispongan de un material ameno para reforzar y ampliar lo visto. Estos textos acordes a las clases adquieren importancia, no sólo porque la lectura les permite rever y ampliar lo ya visto, sino porque le otorga a los encuentros el carácter de situación de aprendizaje con la obligación, al menos moral, de leer el material entre encuentros. De lo contrario el curso se puede convertir en una serie de charlas de divulgación amenizadas con experimentos.

Elaboración de situaciones desafiantes

Se deben además proponer en las clases una o dos situaciones de desafío para los asistentes de modo que tengan oportunidad de participar activamente y no sólo a través de diálogos y comentarios. Estos desafíos pueden ser de diverso tipo pero debieran estar centrados en la aplicación y uso de las teorías estudiadas, si luego de analizada una teoría se les plantean varias situaciones para que las expliquen recurriendo ella los obligará a considerar si realmente comprendieron los conceptos desarrollados en la clase. Según la naturaleza de las dificultades planteadas y la planificación de actividades se propondrá que la cuestión sea resuelta en el momento o para el próximo encuentro y que la resolución sea individual o en grupos.

Consideraciones Finales

Este trabajo es una síntesis de la investigación teórica llevada a cabo para organizar cursos de física para adultos mayores que resultaron avalados por resultados fructíferos (Farina, J et al., 2013). La carencia de investigaciones publicadas en el área de enseñanza de la física en cursos no formales o para adultos mayores muestra que es un área no cubierto por la investigación que presumiblemente se convertirá en una necesidad a medida que aumente la población de adultos mayores.

Bibliografía

Aguirre Pérez, C. y Vázquez Moliní, A. M. (2004) Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en museos de ciencia como espacios educativos no formales, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* Vol 3 Nº 3

Aiken, L. R. (2002) *Human Development in Adulthood,* Kluwer Academic Publishers, New York.

Belenguer Jené, Mariano (2003), Información y divulgación científica: dos conceptos paralelos y complementarios en el periodismo científico, *Estudios sobre el mensaje periodístico,* Vol 9 pp 43-53.

Delgado Núñez, A. A. A. (2011). Las buenas prácticas en la formación de adultos mayores en la universidad. Reflexiones y propuestas desde la práctica docentes. IV Congreso Iberoamericano de Universidad para mayores. CIUUMM 2011- Alicante del 27 al 30 de junio.

Farina, J.; Silva, C.; Milicic, B., (2013 a), Curso de Física no formal para adultos mayores: un aporte para mejorar la calidad de vida de los participantes. *Memorias Pedagogía 2013*, La Habana (Cuba), 4 al 8 de Febrero.

Farina, Juan; Silva, Carlos; Jardón, Alberto; Milicic, Beatriz ;Blesio, Germán (2012 b), Desarrollo de un curso de física no formal para adultos mayores, Memorias de REF XVIII, Catamarca.

Ganso, H., Berezin, S. y Scarímbolo, G. Talleres de adultos mayores: un aporte para el envejecimiento activo, *Palabras Mayores, Vol. 5 Nº 9* .2012.

INDEC (2011) *Indicadores demográficos seleccionados para fechas censales. Total del país. Años 1869-2010*. http://www.indec.gov.ar/ visitado el 10/5/2013

Léoni, V., Mullet, E. y Chasseigne, G. (2002). Aginig and intuitive physics. *Acta Psychologica Vol. 11, pp. 29-43.*

Martín García A. V y Requejo Osorio A. (2005). Fundamentos y propuestas de la educación no formal con personas mayores. *Revista de Educación* Vol. 338, pp. 45-66.

Milicic, B., Sanjosé J., Utges G., Salinas B. (2007) La cultura académica como condicionante del pensamiento y la acción de los profesores universitarios de física, *Investigações em Ensino de Ciências* – V12(2), pp.263-284

Requejo Osorio A. (2009). La educación de "personas mayores" en el contexto europeo. *EFORA Vol. 3*, pp. 45-63.

Sánchez Salgado C. D. Participación social de las personas mayores y redes. *Memorias III Congreso Internacional de Gerontología*. Costa Rica. 2010.

UNITED NATIONS POPULATION DIVISION *Population Ageing and Development 2012 – World Chart*. 2012a. http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.htm visitado el 12/5/2013

UNITED NATIONS POPULATION DIVISION *World Population Ageing 1950-2050*. 2012b. http:www.un.org/esa/populationpublications/worldageing 19502050, visitado el 10/5/2012

Urquijo, S., Monchietti A. y Krzemien D. (2008). Adaptación a la crisis vital del envejecimiento: Rol de los estilos de personalidad y de la apreciación cognitiva en adultas mayores. *Anales de psicología*, Vol. 24 Nº 2, pp. 299-311.

Vellas P. (1996). Envejecer exitosamente: concebir el proceso de envejecimiento con una perspectiva más positiva. *Salud Pública de México*, Vol. 38 Nº 6, pp. 513-522.

Yuni J. A. y Urbano C. A. (2011). Aportes para una conceptualización de la relación entre el aprendizaje y resignificación identitaria en la vejez. *Palabras mayores,* Vol. 6 pp.2-21.

Yuni, J. A. (2008), Condiciones y capacidades de los educadores de adultos mayores: la visión de los participantes *Revista Argentina de Sociología* Año 6 Nº 10 — ISSN 1667-9261, pp. 184-198

Afectividad y Creatividad: Una Propuesta para el Aula

Haudemand, N. Y.[(1)]*; Echazarreta, D. R.*[(2)]*;*
Haudemand, R. E.[(3)]

1: Facultad Regional Concepción del Uruguay, UTN, Argentina.
2: Facultad Regional Concepción del Uruguay, UTN, Argentina.
3: Facultad de Ciencia y Tecnología, UADER, Argentina
haudemann@frcu.utn.edu.ar; echazad@frcu.utn.edu.ar

Resumen

En el proceso de aprendizaje, la afectividad es un factor relevante. Es ahí donde intervienen necesidades, sentimientos, que se traducen en acciones que pueden facilitar o dificultar este proceso. A fin de indagar sobre la incidencia de la afectividad en los procesos de aprendizaje en alumnos del nivel medio -5to y 6to año del Ciclo Orientado- fueron planteadas situaciones problemáticas relativas a la física con diferentes mensajes tendientes a facilitar o a dificultar la solución. El grupo que fue positivamente estimulado mostró mayor número de aciertos en las respuestas. La experiencia fue luego presentada a los

docentes como una sugerencia para estimular el uso de la metodología descripta, donde la afectividad ocupa un lugar preponderante.

Nos abocamos luego, a destinar los mayores esfuerzos al desarrollo de todas aquellas conductas que permitan impulsar las capacidades de nuestros jóvenes. La creatividad debería estar en la base de esas conductas.

Todos podemos ser creativos, la creatividad se manifiesta como un imperativo en el mundo contemporáneo. El porvenir será del hombre diferente, hoy se requieren seres humanos audaces, capaces de improvisar, de enfrentar con fuerza y valor situaciones no previstas. La creatividad es hoy una exigencia impostergable.

Palabras clave: Afectividad; Aprendizaje; Creatividad; Pensamiento divergente.

Introducción

Nuestra vasta experiencia docente, especialmente en estos últimos años muestra que los profesores tienen dificultades de diversas índole para encontrar mejores resultados en sus tareas, y hemos podido advertir al propio tiempo que dichas dificultades guardan una relación muy directa con las relaciones humanas que todo proceso de aprendizaje moviliza, muy especialmente aquellos aspectos que se relacionan con el clima del aula, con la afectividad.

Hasta hace algunas décadas la mayoría de los esfuerzos pedagógicos se encontraban orientados a estimular los procesos cognitivos considerando a la inteligencia como el aspecto

decisivo en el progreso de la escolaridad. Las interpretaciones constructivistas del aprendizaje –Piaget, *Vygotsky*, Bruner, Sternberg, etc- tienen en general una marcada orientación intelectualista. No es posible dejar de lado la afectividad en el proceso de aprendizaje: es un factor relevante de la comunicación humana. El profesor, que es quien maneja la situación de aprendizaje, aparece como el responsable de crear el clima del aula; éste dependerá básicamente de su grado de compromiso con los alumnos, de su humor, de su buena disposición, es decir, de la buena relación emocional que pueda entablar con ellos, de su capacidad de escucha –Berne solía decir que la caricia más importante que le podemos brindar al prójimo es escucharlo- y del esfuerzo por conocer y comprender a sus estudiantes.

Es aquí donde lo cultural se vuelve un valor inestimable: conocer a los jóvenes implica acercarse a su cultura, a sus códigos lingüísticos, a sus gustos musicales; así el docente podrá lograr un mayor acercamiento y comprensión de las demandas que cotidianamente exteriorizan acerca de sus necesidades.

En el proceso de aprendizaje gravitan factores tales como carencias, emociones, deseos, etc que obran como poderosas motivaciones, que pueden facilitar o dificultar este proceso, razón por la cual se vuelve una exigencia reflexionar sobre la gravitación de los aspecto afectivos en el aula, es decir volver explícito lo que en las posturas tradicionales se encontraba implícito.

"Se asume la afectividad como el vínculo que se establece entre personas que se relacionan, generando una interdependencia de influencia mutua"... "la afectividad es un conjunto de sentimientos expresados a través de acciones entre personas en cualquier contexto social en que estén inmersos los

individuos" (Cháves A., 1995, Modernidad y afectividad. Revista Avepso; 18: 49-53).

Lee Shulman, psicólogo estadounidense, señala que los docentes necesitan manejar distintas formas de conocimiento: el conocimiento sobre el contenido de la asignatura, el conocimiento pedagógico y además el conocimiento pedagógico de la asignatura, es decir las maneras específicas de enseñar una disciplina en particular.

Los contenidos curriculares se ven continua y progresivamente afectados por causa, entre otras, de los reiterados cambios provocados por el avance científico y tecnológico, razón por la que es recomendable destinar los mayores esfuerzos al desarrollo de todas aquellas conductas que permitan impulsar las capacidades de nuestros jóvenes. La creatividad debería estar en la base de esas conductas.

Durante mucho tiempo se consideró a la creatividad como un don que sólo poseían unos pocos que realizaban actividades relacionadas con lo artístico o un privilegio de los superdotados. Hoy sabemos que no es así, todos podemos en diferentes medidas ser creativos. La creatividad se manifiesta cuando las personas intentan hacer las cosas de una manera diferente, cuando aportan sugerencias para solucionar problemas, "…las posibilidades de equivocarse resultan fundamentales para desarrollar la creatividad y generar nuevos aprendizajes" (Cobo y Moravec, 2011). Los docentes nos esforzamos para que todos nuestros alumnos puedan ser capaces de generar ideas creativas, los tiempos actuales requieren de seres humanos diferentes, personas capaces de improvisar, de enfrentar con fuerza y valor situaciones no previstas.

Creatividad, ¿qué es?, hay muchas definiciones al respecto, etimológicamente deriva del latín "creare" que

significa: producir, engendrar, crear y está relacionada con la voz latina "crescere" que significa crecer. La creatividad es una característica que posee el ser humano con la que puede generar soluciones diferentes ampliando el universo de lo posible. Arribar a soluciones creativas permite al hombre alcanzar estados de plena satisfacción que enaltecen su existencia.

Crear es producir algo que no existe, el hombre, para crear se apoya en algo previo, existente; podemos decir que cuando crea, en realidad recrea, pues dispone de modo atractivo emblemas, matices, formas, tendencias, percepciones conformando de este modo utilidades y significados que antes no existían.

Con el objetivo de analizar en el presente trabajo la influencia de la afectividad presentamos a alumnos del nivel medio situaciones problemáticas relativas a la física con diferentes mensajes tendientes a facilitar o a dificultar la solución. A fin de indagar ¿cuán creativos son nuestros alumnos? les hemos propuesto a alumnos de primer año de Ingeniería de la Facultad Regional Concepción del Uruguay-UTN una actividad sobre movimiento rectilíneo uniforme.

Marco Teórico

La inteligencia y la afectividad son dos aspectos específicos del ser humano.

Desde que A. Binet y T. Simon en 1905, desarrollaran el primer test de inteligencia para predecir sobre qué alumnos de las escuelas primarias de París tendrían éxito en sus estudios y cuáles fracasarían, se han dado varias concepciones de la inteligencia casi siempre complementarias de la primera. Ellos

consideran a la inteligencia como una medida del Cociente Intelectual (CI).

C. Spearman (1937) formula la teoría bifactorial de la inteligencia donde supone que ésta se compone de dos factores, uno llamado G que abarca aspectos hereditarios y otro llamado S que representa la habilidad innata de una persona frente a una tarea específica.

J. Holland (1959) afirma que la personalidad del ser humano es de suma importancia y la orientación vocacional le permite descubrir en qué áreas se puede manejar con ventajas un adolescente. Si aprovecha las mismas, el camino lo guiará hacia la eficiencia y el éxito.

La teoría de las inteligencias múltiples es desarrollada por Howard Gardner (1983) y afirma que la solidez científica no asegura el éxito en otros aspectos, cada campo requiere de una inteligencia específica. Además, considera a la inteligencia como una capacidad para resolver problemas y hasta ese entonces se la consideraba como algo particular de cada persona e inamovible a partir del nacimiento. La educación representa para este pensador un esfuerzo útil para lograr solidez en el área deseada.

Las concepciones actuales consideran a estas teorías incompletas. Autores como, R. Sternberg han contribuido a una nueva concepción, aportando "una visión multidimensional de la inteligencia, en la que distingue varios tipos de talentos o inteligencias relativamente distintas e interdependientes: analítica, creativa, práctica (Sternberg, 1997, 2000; Sternberg et al, 2001). Para estos autores hay diversas formas de ser inteligente, y en cuanto a los test, considera que éstos sólo miden un tipo de inteligencia y habría que ir más allá del cociente intelectual, es decir, más allá de la inteligencia analítica

para identificar a personas inteligentes con pronóstico de resultados favorables en la vida, debido a que la inteligencia analítica no es suficiente para desempeñarse de manera exitosa en el mundo real (Sternberg, Grigorenko y Bundy, 2001)".

El término "Inteligencia Emocional", fue utilizado por primera vez en 1990 por Salovey y Mayer, y lo definieron como"…*capacidad para supervisar los sentimientos y las emociones de uno/a mismo/a y de los demás, de discriminar entre ellos y de usar esta información para la orientación de la acción y el pensamiento propios*" (Salovey y Mayer, 1990, p.189).

En el año 1995, el psicólogo y periodista Daniel Goleman publica una obra "Inteligencia Emocional", donde destaca la importancia de la inteligencia emocional por encima del Cociente Intelectual para alcanzar el éxito personal y profesional.

Existen dos concepciones sobre la inteligencia emocional, una que se concibe como el resultado de una combinación de atributos relacionados con la personalidad, que resulta diferente del CI y relacionada con el logro académico y profesional (Goleman, 1995, 1998; McCrae, 2000) y otra que la considera como la capacidad para percibir y entender información emocional (Mayer, Caruso y Salovey, 2000; Mayer, Caruso, Salovey y Sitarenios, 2003).

Autores como Pérez, Petrides y Furnham (2005) indican que nos encontramos ante dos realidades diferenciadas, una que considera la inteligencia emocional como una habilidad y otra como un rasgo de personalidad. Partiendo de esta dualidad, cada una de ellas presenta factores e instrumentos de evaluación diferenciados.

Con referencia a la afectividad, Krueger (1969) afirma "los sentimientos son desde el principio coloraciones de la totalidad de la vivencia y funciones de todo el organismo" asignando así a lo afectivo un gran valor y la responsabilidad de su presencia en todos los fenómenos; son también los que dejan al descubierto la estructura del ser interior.

Las reacciones emocionales frente a los estímulos del medio pueden ser de agrado o desagrado. Éstas pueden provocar en el conocimiento incidencia positiva cuando intensifican en el alumno el interés por ciertos contenidos, pero también es posible que provoquen efectos negativos cuando se dificulta la objetividad de juicios donde lo afectivo predomina sobre lo cognitivo.

Si se admite la importancia de la afectividad en la vida humana, ésta debe constituirse en un aspecto fundamental en la formación de todo adolescente; aunque presenta dificultades específicas, pues no puede ser sistematizada del mismo modo que la formación intelectual, porque no se conoce en profundidad cómo funciona la vida afectiva.

Bauman compara las características de la etapa actual de la era moderna con la de los fluidos. La gran movilidad de los líquidos se asocia con la liviandad y la experiencia nos demuestra que cuanto menos cargados nos desplacemos, más vertiginoso será nuestro avance. Estas razones son las que permiten comparar la fluidez con las particularidades de la nueva modernidad. La precariedad, la vulnerabilidad, la inestabilidad, la desprotección son las características de la vida de hoy. Los desajustes que se originan a nivel social, económico, cultural, inciden en la vida familiar generando perturbaciones que afectan el normal desarrollo de la personalidad del adolescente y en la escuela se manifiesta con conductas inadecuadas. Surgen así las dificultades para la comunicación, la desconfianza mutua, la

agresividad y otros factores sumamente desfavorables para la formación afectiva.

Una frase célebre que resume en ocho palabras la enorme importancia que se le confiere a la afectividad en la educación tiene por autor a Max Marchand (1960) y dice: "un maestro tiene mayor poder que un libro". No es lo mismo que un alumno lea una situación problemática en un libro que la escuche de su profesor. En el primer caso el alumno se encuentra frente a un objeto mientras que en el segundo frente a un ser humano, y si la presencia de éste resulta significativa no sólo en el aula sino también en su interior, las palabras serán una conducción segura hacia un aprendizaje valioso.

La tarea educativa suele tener dificultades en el hecho de que no todos los alumnos se comportan de igual modo frente a su educador, como tampoco el educador actúa de la misma manera con todos sus alumnos. Las soluciones que han tenido éxito con un alumno, no siempre alcanzan el mismo resultado con otro. El educador tiene en sus manos la posibilidad de lograr que el alumno alcance el mejor nivel de aprendizaje favoreciendo la interacción de "la pareja educativa". La "pareja" formada por el docente con cada uno de sus alumnos no es estática y el diálogo que se establece entre ellos da origen a un vínculo donde las reacciones de uno de sus integrantes están influenciadas por las del otro.

El proceso creador concede la posibilidad de operar con el pensamiento convergente y divergente o lateral (Guilford, J. P.,1968) y todos somos capaces de crear si estimulamos el desarrollo del mismo.

Pensamiento es un término que usamos con mucha frecuencia, es una actividad mental que se presenta de diversas maneras, como un razonamiento con un resultado esperado,

como una respuesta en la que intervino la imaginación para arribar a él.

Ante cuestiones como ¿cuáles son los puntos fijos de un termómetro en grados Celsius? No hay más que una respuesta única; el pensamiento es cerrado, convergente. En cambio el pensamiento divergente es abierto, requiere un mayor número de respuestas a problemas como ¿de qué dimensiones puedes construir una caja de calzados? Hay variedad de respuestas pues dependerá del número y del tipo de calzado. O pensando en física podemos preguntar ¿a qué velocidad se desplazará un automóvil en una ruta? El pensamiento divergente goza de libertad para dejar fluir las ideas y proponer soluciones originales.

Edward De Bono, piensa que quien no conoce la forma tradicional de afrontar un determinado problema es muy probable que elabore una nueva solución. Dicha afirmación la hace pensando en grandes personalidades de la física como Michael Faraday (1971-1867) o Tomás Alva Edison (1847-1931) que sin haber recibido estudios superiores revolucionaron la ciencia cada uno en su época con sus hallazgos e inventos o como la anécdota del barómetro de Niels Bohr que muestra la riqueza de su pensamiento divergente. La mejor solución encontrada con pensamiento lateral parece obvia solo después que se la ha encontrado.

Según Abraham Maslow la creatividad consta de una fase primaria o inspiradora y una secundaria o de elaboración y desarrollo de la inspiración. Una persona creativa reúne ciertas características; alguna de ellas son:

- Renuncia al pasado: la forma idónea de abordar un problema es entregarse a él, analizarlo en todas sus dimensiones, indagar sus relaciones, encontrar la

respuesta al mismo. Otra opción sería revisar las experiencias pasadas tratando de encontrar alguna similitud con el problema en cuestión, pero no funciona si el problema es diferente.

- Estrechamiento de la conciencia: es importante despojarnos de los lazos de otras personas que nos impiden ser auténticos. La renuncia a los deseos de ser admirado, de cautivar, de encantar nos permite dejar de lado todo y concentrarnos en el problema.
- La pérdida del ego: el abandono del yo permite estar menos pendiente de uno mismo y así actuar libremente.
- La desaparición de los temores: tienden a desaparecer los temores, las desazones, las depresiones, los malestares físicos.
- Disminución de las defensas e inhibiciones: tienden a disminuir nuestras inhibiciones, nuestras protecciones, nuestras defensas, así como la intervención sobre nuestros impulsos.
- La fuerza y el valor: ambos están presentes en un acto creativo. El valor en sus diferentes manifestaciones: apasionamiento, exclusivismo, cierta arrogancia, fuerza de carácter. El temor limita la creatividad, el valor nos induce a indagar lo inexplorado, lo oculto.
- Aceptación: la actitud positiva. En las instancias de meditación, de aislamiento del entorno nos volvemos más positivos.
- La integración del conocedor: con la creatividad el hombre tiende a ser una persona íntegra, completa, que actúa en una sola dirección y está inmerso en el tema en cuestión.

- La espontaneidad absoluta. Podemos ser espontáneos y consentir que nuestras capacidades fluyan de nuestro interior si nos concentramos solo en el tema que nos ocupa.
- La máxima expresividad. La espontaneidad y la expresividad son sinónimos de franqueza, claridad, autenticidad. La no obstrucción de los impulsos conducen a la libre expresión desde lo más profundo de la persona.

La persona creativa es un ser humano que ha adquirido habilidades, es más saludable, es más humana, más sensible, más sabia. Y si esa persona proyecta la experiencia adquirida a la enseñanza en aulas, la educación de los jóvenes se verá beneficiada.

Metodología:

Dos modos diferentes de presentar una misma situación problemática

La prueba consistió en dividir a los alumnos en tres grupos del mismo nivel (5° año del Ciclo Orientado). Todos recibieron los mismos problemas. A uno de los grupos se le dijo en la charla preliminar que los problemas que irían a resolver no presentarían mayores dificultades y serian de fácil resolución porque se encontraban apoyados en aprendizajes previos. Al segundo grupo se le dijo, en cambio, que los problemas serían de difícil resolución, advirtiéndole a un tiempo que en su desarrollo irían a encontrar dificultades de diversa índole. Un

tercer grupo, que no recibió estimulaciones ni positivas ni negativas fue utilizado como grupo de control para poder determinar el "quantum" de las variaciones de los grupos divergentemente estimulados.

La experiencia consistió en plantear a los alumnos la situación problemática: "¿Qué es más fácil, empujar una carretilla o tirar de ella? Justifica tu respuesta". La misma prueba se realizó en 6to año del CO.

Resultados y su Análisis

Al grupo 1 pertenecen los alumnos que recibieron un estímulo positivo (ocho grupos de 27 alumnos cada uno); al grupo 2 los que recibieron un estímulo negativo (ocho grupos de 24 alumnos cada uno) y al grupo 3 los que no recibieron estímulo (ocho grupos de 25 alumnos cada uno). Los porcentajes de respuestas correctas e incorrectas se muestran en la siguiente tabla:

Curso	Respuestas	Grupo 1 (en %)	Grupo 2 (en %)	Grupo 3 (en %)	Diferencia entre grupos 1 y 3 (en %)	Diferencia entre grupos 2 y 3 (en %)
5to AÑO	Correctas	63	40	44	19	4
	Incorrectas	37	60	56	19	4
6to AÑO	Correctas	72	44	46	26	2
	Incorrectas	28	56	54	26	2

Comparando los porcentajes entre los grupos 1 y 3 se observa una cantidad favorable al grupo estimulado positivamente; mientras que la comparación entre el grupo estimulado negativamente y el sin estímulo (grupos 2 y 3) marca para éste último un mayor número de respuestas correctas.

Los resultados obtenidos nos llevan a reflexionar profundamente sobre las necesidades académicas más estrechamente relacionadas con los problemas emocionales muy simples pero no tenidas en cuenta en el marco de las prácticas docentes. A partir de ellos se propone una serie de sugerencias para generar un clima áulico agradable con alumnos dispuestos a disfrutar del conocimiento alcanzado.

Sugerencias

Contrariamente a lo que afirma Schopenhauer "lo verdaderamente opuesto al saber es el sentimiento" (Cf. El M. como Vol y Rep, Cap I,11. Hyspamérica. España 1985) el conocimiento comienza con el afecto, es decir preparando el camino desde lo emocional, creando el clima en el aula. Nos preocupamos por utilizar el mejor libro, por ser científicos, por lo intelectual y nos olvidamos que existe un sentir antes que un pensar y que el pensar se optimiza cuando el clima del aula está emocionalmente mejor preparado. La investigación realizada y los resultados obtenidos nos llevan a presentar algunas sugerencias a los docentes a fin de generar un clima áulico donde la afectividad ocupe un lugar preponderante y ellas son:

- Crear un ambiente de equilibrio y comprensión promoviendo la participación, la comunicación, el diálogo.

- El educador debe dar muestras de su buen humor, de manifestar afecto, adaptarse a la edad y evolución de cada alumno.
- Mantener la camaradería acompañada del respeto mutuo, aceptando las diferencias que existen entre educando y educador.
- Los docentes debemos reflexionar sobre la metodología que utilizamos, variarla, despertar el interés del alumno.
- Plantear situaciones de la vida cotidiana para relacionar lo dado en el aula con lo vivido fuera de ella.

Movimiento rectilíneo uniforme: propuesta creativa

A fin de alentar la creatividad se les propone a los alumnos de primer año de Ingeniería la actividad y el mensaje siguiente: en el laboratorio has realizado dos experiencias de la unidad de Cinemática y en ellas has observado movimientos rectilíneos uniformes (MRU).Ellas son: Laboratorio 2.1- Cinemática- Fislets y Laboratorio 2.2- Cinemática- Sensor. En las mismas has verificado la presencia o no de un MRU, por lo que te proponemos que, teniendo en cuenta las actividades antes mencionadas (consulta el Moodle para recordarlas), sugieras una nueva manera de:

Identificar un MRU en la vida diaria.

¿Por qué el ejemplo propuesto es un MRU?

¿Qué ensayos hiciste para afirmar que se trata de un MRU? Si realizaste mediciones registra los valores en una tabla e indica los cálculos efectuados.

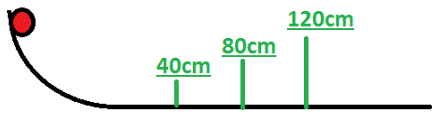
Enuncia tus conclusiones.

¿Cómo valoras el aprendizaje alcanzado con la experiencia realizada?

Aclaración: tu actividad propuesta debe ser distinta de las realizadas en clase.

Resultados

La propuesta fue presentada a dos comisiones (aproximadamente 80 alumnos). Una de ella es: "Para comprobar que la pelota se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme realizo una sencilla práctica. Para ello necesito una pelotita, un cronometro, una regla y un canal recto con un rampa adosada en uno de sus extremos. En el canal recto marco tres distancias, las cuales entre ellas son iguales para saber qué tiempo le lleva a la pelotita recorrerlas, si ella tiene siempre el mismo punto de partida.



Para tener una mejor medición del tiempo tiro la pelotita tres veces para cada medida, esto me permitirá sacar un tiempo promedio que luego utilizaré para calcular la velocidad en cada tramo. Estos datos los presento en una tabla como ésta:

Distancias → / Tiempos ↓	40cm	80cm	120cm
Tiempo 1	0,30s	0,62s	0,91s
Tiempo 2	0,28s	0,64s	0,89s
Tiempo 3	0,32s	0,60s	0,93s
Tiempos Promedio	Tp1=0,30s	Tp2=0,62s	Tp3=0,91s

Con estos datos veo la variación de tiempo según cada distancia, con el tiempo promedio puedo hallar la velocidad para cada distancia.

Desplazamientos (cm)	Tiempo (s)	Velocidad (cm/s)
40cm	0,30s	v1=133,33 cm/s
80cm	0,62s	V2=129,03cm/s
120cm	0,91s	V3=131,86cm/s

Con las velocidades halladas hago un promedio.

$$Vp= (v1+v2+v3)/3$$

$$Vp= (133,33 \text{ cm/s}+129,03 \text{ cm/s}+131,86 \text{ cm/s})/3 = 131,41 \text{ cm/s}$$

Ahora con la velocidad hallada calculo el tiempo teórico que le llevaría a la pelotita recorrer una distancia determinada. Si este tiempo coincide con el tiempo real, estaré en presencia de un MRU.



Para calcular el tiempo teórico (Tt) uso la fórmula de velocidad: V=D/T Despejo T y me queda: T=D/V

Sabiendo que D=200cm y que V= 131,41 cm/s, remplazo:

T=200cm/131,41cm/s Tt=1,52s

Ahora calculo el tiempo que le llevaría a la pelota recorrer 200cm.

Tiempo 1	0,49s
Tiempo 2	0,53s
Tiempo 3	0,55s
Tiempo práctico promedio(T1+T2+T3)/3	1,57s

Como podemos ver, el resultado del tiempo práctico promedio no es exactamente igual al tiempo teórico hallado. Esto se debe al error a que pueden estar sujetas las medidas. Si restamos el tiempo promedio práctico menos el tiempo teórico veremos que la diferencia es casi despreciable.

Con esta práctica pudimos ver como en la vida cotidiana un objeto se mueve con velocidad aproximadamente constante, es decir es aproximadamente un MRU. Aunque variemos la distancia y por ende cambie el tiempo, la velocidad se mantiene casi constante en todo el recorrido del objeto.

El aprendizaje adquirido en esta práctica fue muy positivo ya que en un inicio no pensé que un objeto pudiera llevar un movimiento rectilíneo uniforme. Porque siempre pensaba en una variable que cambiase la trayectoria o variara la velocidad. Pero con algo tan simple como una pelotita que se desliza por un canal puede demostrar la presencia de MRU, aproximado en la vida cotidiana".

Otras propuestas fueron:

- En la ruta 14, hicimos dos kilómetros en un tramo recto, manteniendo el velocímetro a 80 km/h, con un cronómetro en mano, medimos una vuelta (al primer kilómetro) y otra vuelta al segundo kilómetro y fueron exactamente iguales (unas centésimas de segundo de diferencia, pero son despreciables).
- El ejemplo de MRU en la vida cotidiana que proponemos es el de una persona trotando en una cinta de gimnasio.
- Un MRU se presenta en los casos de cintas transportadoras, en este caso elegimos cinta transportadora para enjuagar botellas.

En cuanto a la valoración que hacen sobre lo solicitado responden:

- "El experimento, nos permitió apreciar, que aunque se aproximen mucho a un MRU, los ejemplos de la vida

diaria, no son exactamente precisos, pero gracias a lo aprendido en clase, sabemos que los problemas, son situaciones ideales, en ausencia de otras fuerzas, como la de rozamiento y la fuerza del viento".

- "La experiencia nos hizo ver que existen muchos ejemplos que se aproximan a un MRU en la vida cotidiana –aunque es el menos frecuente- y que normalmente realizamos sin darnos cuenta".
- "El aprendizaje alcanzado es muy bueno, ya que no sabíamos que el MRU se encontraba tan presente en el tema industrial".

Conclusiones Finales

Si bien es cierto que planificar actividades experimentales en forma de proyectos de investigación insumirá más tiempo que hablar simplemente de ellas, con la puesta en práctica del redescubrimiento como eje de la enseñanza de la física y propiciando la creatividad, el docente podrá comprobar con placer que la comprensión y el interés se acrecientan considerablemente como consecuencia del carácter experimental impreso a la enseñanza y por la variedad de soluciones que puede encontrar frente al problema planteado. Durante el proceso de aprendizaje, el alumno llegará a obtener conclusiones en base a sus propios esfuerzos y capacidades, y aunque dichas conclusiones son ya conocidas, lo que resulta realmente importante es que ha seguido los pasos adecuados para sellar su compromiso con la utilización y empleo de la metodología de la investigación científica. Ha tenido que tomar decisiones para elegir la mejor respuesta. Esta metodología involucra activamente al joven, estimula su curiosidad, promueve su

reflexión y lo conduce por el camino de la autonomía a la comprensión de los fenómenos. Proceder de esta forma, induce constantemente a la reflexión, posibilita la profundización de los hechos, permite la transferencia de conceptos, y contribuirá sin dudas y muy eficazmente al logro de una sólida preparación integral del individuo; tenderá a favorecer la formación de una serie de habilidades y estrategias que harán posible el desarrollo más adecuado de sus facultades; los volverá capaces de enfrentarse y sortear con éxito las nuevas situaciones problemáticas que la experiencia les vaya presentando y los habilitará para adoptar una postura crítica ante los hechos que continuamente ocurren a su alrededor.

Si además, el aspecto intelectual del aprendizaje logra enmarcarse en un contexto que no vuelva la espalda a los impostergables requerimientos emocionales que toda situación de aprendizaje experiencial y problemático plantea, el alumno manifestará mucho más interés por aprender y el docente experimentará el regocijo interior de haber alcanzado ese noble objetivo que procura todo maestro por vocación.

Bibliografía

Bauman, Z. (2000). *Modernidad Líquida*. Fondo de Cultura Económica.

Cháves A. (1995). *Modernidad y afectividad*. Revista Avepso, (18), p. 49-53.

Cobo y Moravec. (2011). *Aprendizaje Invisible*, Col-leció Transmedia XXI, España; p.33.

De Bono, E. (1974). *El uso del pensamiento lateral*. Editorial La Isla. Buenos Aires.

Goleman, D. (2002). *Inteligencia Emocional.* Editorial Kairos, S.A. Barcelona, pp. 30

Guilford, J. P. (1968). *La inteligencia, la creatividad y sus implicaciones educativas*. Hardcover, EE.UU.

Krueger, F. (1969). *Estructura y Totalidad Psíquica*. Juarez Editor.Buenos Aires.

Marchand, M. (1960). *La afectividad del educador*. Kapelusz, Buenos Aires.

Maslow, A. (1982).*La amplitud potencial de la naturaleza humana*. Editorial Trillas. México.

Pérez, N. y Castejón, J. (2005). *Relaciones entre inteligencia emocional y el cociente intelectual con el rendimiento académico en Estudiantes universitarios*. Universidad de Alicante.

Salovey y Mayer. (1990) *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*; p.189.

Shulman, L. (1992, septiembre-octubre). Ways of seeing, ways of knowing, ways of teaching, ways of learning about teaching. *Journal of Curriculum Studies (01)*, p.393-396

Análisis y Resultados de la Implementación de una Guía de Laboratorio basada en el Aprendizaje Activo: Transformación de Energía Eléctrica en Térmica

Reynoso Savio, M. Fernanda; Glusko, Cristian A.; Dima, Gilda N.; Girelli, Marina

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNLPam

mfer_reynososavio@yahoo.com.ar

Resumen

En la actualidad se hace necesario la elaboración de estrategias de aprendizaje activo que promuevan en los alumnos una actitud crítica frente a la ciencia y les permita abordar otras situaciones desde los contenidos trabajados en el aula. Las experiencias de laboratorio se vuelven imprescindibles en esta tarea.

En este trabajo, teniendo como base investigaciones previas en Nivel Universitario sobre Guías de Laboratorio fundadas en el Aprendizaje Activo de la Física, se presenta el análisis y los resultados alcanzados en un laboratorio sobre

transferencia de energía eléctrica en térmica abordado desde esta metodología. El mismo se implementó en el año 2012 en un curso de 2° año Polimodal modalidad Ciencias Naturales, de una escuela pública de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. En este contexto y apoyándonos en las etapas de predicción, observación, contrastación, esenciales en las clases de aprendizaje activo, hemos podido contribuir a mejorar lo conceptual, como así también lo actitudinal y procedimental.

Palabras Clave: Aprendizaje Activo; Nivel Polimodal; Estrategia Didáctica; Transformaciones de Energía.

Introducción

Factores tales como el tiempo previo que requiere la preparación de la clase de laboratorio, la carencia de material en las instituciones educativas, la falta de personal que colabore cuando los grupos de estudiantes son numerosos, son algunas de las principales causas a las que se atribuye que la actividad experimental sea dejada de lado (Petrucci et al., 2006; Beney y Séré, 2011; Salinas 1996, Ferreiros y Ordoñez, 2002).

Sin embargo, ante las dificultades que evidenciamos en nuestra actividad en el nivel polimodal nos lleva a pensar en la necesidad de su aplicación, y la búsqueda de una estrategia que lo integre adecuadamente a las clases teóricas y de resolución de problemas (Gil Pérez et al., 1999). Hay que considerar que una organización secuencial de las diversas actividades, tanto de quién enseña como de quién aprende, el material de estudio, y los recursos utilizados, afectan el aprendizaje de los estudiantes (Tibergheim y Malkoun, 2008).

Con el antecedente de un trabajo de Maestría en Enseñanza de la Física (Dima et al., 2007), surge la propuesta de trabajar en la redacción e implementación de guías de laboratorio basadas en el Aprendizaje Activo de la Física. Se presenta en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, un Proyecto de Investigación en el que se enmarca este trabajo.

Marco Teórico

En general los trabajos de laboratorios basados en guías tradicionales, han pasado a constituir una pérdida de tiempo, en cuanto a que no contribuyen al aprendizaje de conceptos o procedimientos propios del quehacer científico (Ayala et al., 2012; Dima et al. 2007). Los estudiantes sólo lo ven como una verificación de los conceptos estudiados en las clases de problemas y teórica, sin alcanzar una abstracción y transposición a otras situaciones cotidianas.

Este motivo, sumado a la gran cantidad de información en la que se ven envueltos socialmente nuestros estudiantes, nos refiere a generar modificaciones en nuestra práctica. Debemos captar el interés, ampliar y perfeccionar sus conocimientos (Raviolo et al, 2011; Petrucci y Cappannini, 2004; Mellado Jiménez, 2004; Campanario, 2003).

Desde esta postura es necesaria la reestructuración de nuestra tarea diaria y principalmente del formato de las guías de laboratorio. El alumno debe ser partícipe de su propio proceso de aprendizaje (Benegas y Villegas, 2006; Huber, 2000), y percibir la necesaria incorporación de métodos de investigación y razonamiento para situaciones posteriores.

Como propuesta se presenta en este trabajo, una estrategia de laboratorio basada en el Aprendizaje Activo de la Física, donde el centro de atención está en quién aprende. Consiste en trabajar secuencialmente las etapas de Predicción, observación y contrastación, las cuales detallamos más adelante.

Los alumnos forman pequeños grupos de trabajo cooperativo, cada integrante expone sus ideas al resto de los miembros para llegar a un acuerdo de cómo desarrollar la actividad. Los estudiantes se sienten libres de expresar sus ideas sobre la base de interacción entre pares, dando lugar a la interpretación y aplicación de los conceptos previamente estudiados (Reigosa y Jiménez Aleixandre, 2011). Se ha demostrado, a partir de la investigación que esta metodología promueve el aprendizaje de la Física (Redish, 2004).

Mostramos además algunos resultados del análisis de datos recolectados en el año 2012.

Métodología

Se trabajó con una muestra de alumnos de entre 15 y 16 años, de 2° Año de Nivel Polimodal (que será 5° Año de Nivel Secundario, a partir del año 2014) del Colegio Provincia de La Pampa (Santa Rosa, La Pampa, Argentina). En este año se toma como eje principal el concepto de energía. Se inicia el ciclo lectivo trabajando la conservación de la energía mecánica, siempre desde una mirada integradora con la Primera Ley de la Termodinámica. Se continúa con Calor y temperatura, y por último Electrodinámica. Como cierre se hace una integración de conceptos planteando la Transformación de la energía eléctrica en térmica.

Nuestra investigación se centró en el tema electrodinámica, con la propuesta de tres experiencias de Laboratorio de Aprendizaje Activo: Ley de Ohm (Reynoso Savio et al., 2011), Resistencia en función de las dimensiones (Reynoso Savio et al., 2012) y Transformación de energía eléctrica en térmica. En este trabajo nos centraremos en la presentación y el análisis de los resultados de esta última tarea experimental. Las actividades fueron presentadas a los estudiantes por escrito en guía redactadas respetando las etapas de Predicción, Observación y Contrastación.

Llevamos adelante una investigación por comparación de grupos. Donde el identificado como grupo control (GC), con aproximadamente 30 alumnos, trabajó con guías de laboratorio tradicionales. En ellas se plantean los objetivos y la metodología de manera bastante explicita y precisa. Los alumnos deben realizar los cálculos solicitados en el protocolo de la guía partir de los datos obtenidos y su posterior análisis; luego entregan un informe final escrito por grupo.

Mientras el grupo experimental (GE), de 38 alumnos, implementó la tarea basándose en guías de laboratorio de Aprendizaje Activo, fundadas en la secuencia *Predecir, observar, contrastar*. Se inicia con la lectura de un Problema Rico en Contexto (PRC), el cual involucra hechos de la vida diaria y requiere de la experimentación para su solución (Heller y Heller, 1999).

Las etapas de predicción y método, previas a la clase de laboratorio, constan de una batería de preguntas que cada alumno debe traerlas respondidas individualmente antes de la clase de laboratorio. Luego la experimentación planificada y por último el análisis de datos y la redacción de un informe final escrito (Reynoso Savio et al., 2012). El resto de las actividades teórico prácticas se desarrolló de igual modo en ambos grupos.

Cabe destacar, que ante las dificultades notorias de los alumnos para dar respuesta a las etapas de predicción y método durante años anteriores al año 2012, resolvimos que en este período, desde el inicio, los integrantes del GE llevaran a cabo los laboratorios basándose en las guías de aprendizaje activo. De este modo pretendimos asegurarnos que los alumnos llegaran con práctica al momento de la toma de datos. Simultáneamente se agregó en las guías de problemas dos PRC.

Para la toma de datos se recurrió a: Pretest (presentado en Dima et al., 2011; 2012), etapas de predicción y método incluida en la guía de aprendizaje activo (**Cuadro 1**), informes escritos, grillas de observación no participante (Reynoso Savio et. al., 2009), evaluaciones escritas individuales en las que se incluyó un PRC. La última evaluación consistió en el análisis de tres situaciones aplicadas sobre toda la unidad de electricidad. Los alumnos debieron resolverla en forma individual. En este trabajo presentamos el último problema, que se vincula con la transformación de energía eléctrica en térmica (**Cuadro 2**).

Guía de Laboratorio:
Transformación de Energía Eléctrica en Térmica

Luciana decide tomar unos mates y para ello coloca agua en el fuego. Suena el teléfono y se pone a charlar olvidando que el agua quedó sobre la hornalla. Cuando recuerda que dejó el agua sobre el fuego, va a la cocina y advierte que el agua está muy caliente y le agrega un vaso de agua de la canilla. Luego de esto, vuelve al teléfono, la amiga le dice que la temperatura final estará en relación directa con la masa de agua de la canilla que le echó y que la temperatura final de la mezcla será superior a la temperatura de esta agua.

Luciana sabe que estás cursando Física en la escuela. Te llama y te consulta sobre lo que le dijo la amiga. Le pedías que te de unos días y le propones a tu profesora que te ayude con la respuesta; ésta te sugiere que realices una experiencia de laboratorio donde modelices la situación y puedas dar tu respuesta a Luciana.

Predicción

Antes de la clase de laboratorio debes realizar, individualmente, la tarea de ***Predicción***. Esta tarea tiene por objetivo que pienses la física del problema experimental a resolver. Si no realizas el esfuerzo de entender la física de la situación planteada, muy poco podrás aprender en la clase de laboratorio y no tiene sentido que la realices.

a. ¿Cuál es tu sistema de estudio?; **b.** ¿Quién entrega energía?; **c.** Grafica cualitativamente la temperatura en función de la energía entregada; **d.** ¿Quién recibe energía?; **e.** Grafica cualitativamente la temperatura en función de la energía absorbida; **f.** ¿Qué transformaciones de energía esperas que ocurran?

Método

Las siguientes preguntas debes pensarlas ANTES de realizar el laboratorio y te ayudarán a programar el experimento con tus compañeros de grupo. Al comienzo del práctico el grupo de trabajo deberá discutir y llegar a un acuerdo sobre los puntos planteados.

A. ¿Con qué elementos deberás trabajar?; **B.** ¿Qué precauciones debes tener para desarrollar la experiencia?; **C.** ¿Cómo harías para determinar si la temperatura final del agua depende de la masa de agua que le agregues?; **D.** ¿Cómo harías para determinar si la temperatura final del agua es superior o inferior que la temperatura del agua que le eches?

Laboratorio: Procedimiento

Antes de comenzar con la experiencia, discute y acuerda con tu grupo de trabajo, las predicciones que realizó cada uno, cómo llevar a cabo la experiencia y qué precauciones deben tener.

Análisis de Datos y Conclusión

a. Sobre la base de los resultados experimentales obtenidos realicen un análisis que les permita dar respuesta a las dudas planteadas por Luciana. **b.** Describan dos situaciones de la vida cotidiana en los cuales los fenómenos físicos estén presentes.

Cuadro 1: Guía de laboratorio de Aprendizaje Activo: Transformación de Energía Eléctrica en Térmica

Un trabajador de la construcción se encuentra trabajando en un día de "mucho calor", entonces decide tomar agua fresca. Golpea en la casa contigua a la cual está trabajando y la señora que lo atiende le dice que se ha quedado sin agua, que sólo puede ofrecerle cuatro cubitos (cada uno de 10g aproximadamente). Le pregunta si con eso puede arreglarse. El trabajador no sabe que responderle. Justo en ese instante pasa un joven por la vereda y le dice que no hay problema, que él tiene en la mochila una resistencia eléctrica, se las da y se va cantando bajito. Ni la vecina, ni el trabajador de la construcción entienden para que se las dio, ¿vos sí? Explícales por favor. (Supone que el cubito se encuentra a 0° C y que la resistencia es de 1000Ω).

Cuadro 2: Problema Rico en Contexto. Evaluación Final

Análisis de Datos y Resultados

Análisis y resultados de los pretest.

En el pretest (Dima et al., 2011; 2012, ob. cit.) se presentó a los alumnos un calorímetro eléctrico con cierta masa de agua. Al permanecer conectado, el agua intercambia energía térmica con él. Se propone una gráfica lineal creciente, de la energía que recibe la masa de agua en función del tiempo. Luego, se solicita a los estudiantes que seleccionen de seis gráficas distintas, aquella que represente la energía térmica intercambiada en la resistencia del calorímetro en función del tiempo fundamentando su respuesta.

El pretest en el GC fue evaluado previamente a la actividad de laboratorio. Del total de la muestra se obtuvo que un 65% de los alumnos seleccionan mal el gráfico y justifican mal; un 22,5% seleccionan el gráfico 2 correctamente pero no justifican en forma adecuada; un 2,5% eligen bien y justifican parcialmente bien, mientras que sólo un 7,5% seleccionan y justifican bien el gráfico.

Mientras, para el GE, en el cuál el pretest fue evaluado luego de la etapa de predicción, se obtuvo que un 9,5% selecciona y justifica correctamente, mientras que del 90,5% restante que selecciona mal el gráfico, un 40,1% piensa bien la situación y la responde físicamente y en forma correcta. Esto lleva a pensar que existe un problema de entendimiento matemático respecto de la lectura de gráficos, ya que existen evidencias de una interpretación física adecuada. Queda entonces como posible modificación la posibilidad de rever el pretest, y reestructurarlo con características puramente físicas que no generen dificultades matemáticas.

Análisis y Resultados de las etapas de predicción y método

a. Etapa de predicción:

La mayoría de los estudiantes (52,7%) elige como sistema de estudio el "todo", es decir el formado por el calorímetro el termómetro, la resistencia, la fuente y la tierra. Para estos estudiantes, la transferencia de energía se da desde la resistencia del calorímetro o desde el calorímetro, según como lo explican. El 10,5% optan por elegir como sistema de estudio el agua solamente o el calorímetro. Para estos casos, los estudiantes indican que quién entrega energía por calor es también el calorímetro. El porcentaje de alumnos restantes no contesta o hacen una mala interpretación de la situación, escriben frases tales como: "*ambas se dan energía, el agua fría y caliente*" (haciendo referencia al problema de Luciana), "*la tierra y el agua, el calorímetro no porque conserva la energía*", "*el agua que es arrojada cuando la otra está hirviendo de energía para que se enfríe*", también remitiendo al PRC inicial.

El gráfico correspondiente a la temperatura en función de la energía entregada, un 63,2% la dibuja como lineal creciente iniciada desde cero. Dos alumnos (5,3%) la grafican como lineal decreciente. Tres alumnos no contestan, otros tres alumnos la grafican como línea creciente desde cero y luego constante. Los restantes alumnos proponen gráficas del tipo 1/x o cuadrática.

Respecto a quién recibe energía, la mayoría de los alumnos (42,3%) aseguran que es el agua, mientras que un 34,2% además explican por qué ocurre o cómo se da dicha transferencia desde la resistencia a la misma. Los alumnos restantes en cambio, no contestan o dan respuestas muy

dispares como que es el agua de la canilla, por estar a menor temperatura; o el agua y el calorímetro; o que el agua recibe energía térmica y la resistencia energía eléctrica.

Al momento de realizar el gráfico de la temperatura en función de la energía absorbida, no hay una diferencia notoria respecto a la pregunta c. un 47,4% realiza una gráfica lineal creciente desde cero. Y las opciones restantes coinciden con el gráfico de Temperatura en función de la energía entregada. No se notan diferencias en un mismo alumno respecto a las gráficas en uno u otro. No logran reconocer la diferencia gráfica entre energía entregada y absorbida.

La última pregunta que refiere a las transformaciones de energía que ocurren, un porcentaje alto (44,7%) reconoce que se transfiere energía eléctrica en térmica. Es de destacar que un 29%, dentro del porcentaje anterior de alumnos, menciona correctamente la transferencia de energía y lo explica en forma adecuada. Dos alumnos (5,3%) hablan de eléctrica "y" térmica, sin referir a cómo se da esa transferencia, dos remiten a calórica, y cuatro alumnos no contestan.

b. Etapa de método:

El 97,5% de los alumnos menciona entre dos y tres elementos necesarios para trabajar. Entre los más destacados refieren a líquidos como el agua, termómetro, calorímetro, calentador eléctrico, resistencia eléctrica, recipientes.

Excepto dos alumnos que no contestan, todos remiten a la necesidad de mantener el calorímetro aislado para evitar disipación de energía, la necesidad de hacer una lectura adecuada del termómetro y varias medidas para disminuir el

error, asegurar el funcionamiento de todos los elementos y tener cuidado en su uso.

La mayor diversidad de respuestas se presenta en la pregunta C, respecto a cómo determinar si la temperatura depende de la masa de agua agregada. El 5,3% propone realizar el experimento. Otro 5,3% establece medir la temperatura inicial para distintas cantidades de agua agregada, y un 29% plantea tomar la temperatura del agua durante toda la actividad. Dos alumnos (5,3%) proponen hacer gráficas y un único alumno (2,6%) determina la necesidad de buscar una fórmula matemática que relacione los datos experimentales. Del porcentaje restante el 13,2% no contesta, mientras que el resto hace referencia a que la temperatura final es función o no, del agua agregada sin hacer alusión a cómo probarlo.

Referente a cómo determinar si la temperatura final de la mezcla es superior o inferior que la temperatura del agua agregada, un 66% propone tomar la temperatura inicial y la final luego de terminada la experiencia, y el 5,3% realizando la experiencia sin especificar nada de qué medir. El porcentaje restante, simplemente plantea si será mayor o menor según la masa adicional de agua. Por ejemplo, afirman: "*va a ser superior porque el agua caliente le va a entregar energía en forma de calor al agua echada*", "*la mezcla que se hizo va a ser mayor porque si el agua estaba hirviendo no va a poder alcanzar para llevarlo a la misma temperatura*", "*va a variar su temperatura con la cantidad que le eches*".

Análisis y resultados de observaciones no participantes sobre actitudes, procedimientos y conceptos.

Los indicadores considerados en la observación no participante durante la actividad y en la evaluación de los informes finales, se muestran con sus correspondientes resultados en las **Tablas 1**, **2** y **3**.

Indicador / Grupo	GC	GE
a. Llega a la hora indicada	80%	100%
b. Trae la guía de laboratorio	80%	100%
c. Tiene presente los objetivos de la actividad	50%	55,3%
d. Planifica su tarea	30%	47,4%
e. Toma iniciativa en la tarea	40%	47,4%
f. Demuestra empeño y perseverancia al realizar la actividad	60%	60,5%
g. Formula hipótesis	10%	31,6%
h. Establece relaciones entre los hechos	50%	63,2%
i. Detecta posibles fuente de error	20%	55,3%
j. Se esfuerza por superar sus errores	10%	39,5%
k. Evita conclusiones prematuras	10%	23,7%
l. Es responsable, preciso y crítico en su trabajo	60%	94,7%
m. Es preciso en el lenguaje utilizado	10%	44,7%
n. Consulta cuando lo necesita	70%	84,2%
ñ. Hace más de lo que se le pide	10%	31,6%
o. Participa permanentemente	40%	76,3%
p. Organiza y lidera	20%	36,8%
q. Tiene buena comunicación con docentes y compañeros	90%	92,1%
r. Reconoce méritos de otros grupos	20%	23,7%
s. Presenta su tarea	100%	100%

Tabla 1: Porcentajes comparativos de actitudes del GC y el GE.

Respecto a los contenidos actitudinales (**Tabla 1**), podemos observar un mejor desempeño de los alumnos del GE. Principalmente esto se hace notorio en el planteo de hipótesis o reconocimiento de errores, en la participación permanente, en el lenguaje utilizado y en la responsabilidad y criticidad frente a la actividad. Atribuimos esto al entrenamiento que han ido teniendo los alumnos a lo largo de todo el año. Sin embargo, en el resto de los ítems, la diferencia no es tan notoria comparada con el GC.

Como visualizamos en la **Tabla 2** para contenidos procedimentales nuevamente existen evidencias de un mejor desempeño del GE. Logran graficar la situación, identificar el problema, hacer predicciones, organizar mejor los datos, medir en forma precisa y con cuidado, extraer conclusiones, utilizar el lenguaje propio de la disciplina. Tanto el GC como el GE presentan adecuadamente el informe final con la información solicitada.

Indicador / Grupo	GC	GE
a. Identifica el problema, sus partes y las variables	40%	100%
b. Representa esquemáticamente la situación	6,7%	76,3%
c. Hace predicciones e hipotetiza	6,7%	84,2%
d. Selecciona los instrumentos adecuados	23,3%	31,6%
e. Mide en forma precisa	50%	92,1%
f. Organiza los datos obtenidos	60%	76,3%
g. Identifica posibles fuentes de error	10%	63,2%
h. Sintetiza el procedimiento y extrae conclusiones	33,3%	52,6%
i. Elabora el trabajo final incluyendo la información solicitada	100%	100%
j. Utiliza el lenguaje específico de la disciplina	10%	100%

Tabla 2: Porcentajes comparativos de procedimientos del GC y el GE.

En las tablas podemos observar un mayor manejo del tema por parte de los alumnos del GE. Así lo demuestran los informes presentados por los alumnos luego de la actividad de laboratorio. Si bien la mayoría entrega en tiempo y forma el informe, los estudiantes del grupo experimental lo hacen con una mayor lógica en el planteo, una secuencia adecuada. Además, en las conclusiones, según se observa, remiten al problema rico en contexto inicial, intentando dar la respuesta adecuada.

Simultáneamente, el observador no participante asegura que se desenvuelven más fluidamente, sin la presencia continua del docente. Caso contrario ocurre con los integrantes del GC quienes requieren una mayor ayuda del docente a pesar de trabajar con guías más estructuradas. Son más inseguros, preguntan que hay que hacer y cómo seguir. Se aburren fácilmente y no demuestran mayor interés en la actividad.

Indicador/GC (6 grupos)	E	MB	B	R	D
d. Claridad en las ideas	0%	33,3%	16,7%	16,7%	33,3%
e. Precisión en el significado de los términos	0%	16,7%	33,3%	16,7%	33,3%
f. Expresión en el lenguaje científico de la disciplina	0%	16,7%	33,3%	16,7%	33,3%
g. Ortografía	0%	33,3%	0%	50%	16,7%
h. Secuencia de las ideas o redacción estructurada	0%	16,7%	33,3%	33,3%	16,7%
i. Validez de las conclusiones	0%	33,3%	16,7%	16,7%	33,3%
j. Relación entre las conclusiones y el desarrollo	0%	16,7%	50%	0%	33,3%
l. Adecuada cantidad de detalles	0%	0%	50%	16,7%	33,3%
m. Presentación en tiempo y forma	16,7%	16,7%	50%	0%	16,7%
n. Empleo de gráficos y/o ilustraciones	0%	60%	20%	20%	0%
Indicador/GE (4 grupos)	**E**	**MB**	**B**	**R**	**D**
c. Claridad en la formulación de objetivos	57,1%	42,9%	0%	0%	0%
d. Claridad en las ideas	57,1%	42,9%	0%	0%	0%
e. Precisión en el significado de los términos	57,1%	28,6%	14,3%	0%	0%
f. Expresión en el lenguaje científico de la disciplina	42,8%	28,6%	28,6%	0%	0%
g. Ortografía	0%	71,4%	28,6%	0%	0%
h. Secuencia de las ideas o redacción estructurada	28,6%	28,6%	42,8%	0%	0%
i. Validez de las conclusiones	0%	71,4%	28,6%	0%	0%
j. Relación entre las conclusiones y el desarrollo	0%	71,4%	28,6%	0%	0%
l. Adecuada cantidad de detalles	0%	57,1%	28,6%	14,3%	0%
m. Presentación en tiempo y forma	0%	71,4%	28,6%	0%	0%
n. Empleo de gráficos y/o ilustraciones	0%	71,4%	28,6%	0%	0%

Tabla 3: Porcentajes de características del informe del GC y el GE (fueron eliminados los ítems no evaluados)

Resultados resolución del PRC, incluido en la evaluación escrita

Del total de la muestra de alumnos del GE un 91% responde correctamente la situación planteada en el problema ya sea de modo cuantitativo o simplemente cualitativo. Un 29% calcula la energía total entregada por la resistencia eléctrica a los cubitos de agua para cambiarlos de estado y luego aumentarles su temperatura hasta un valor adecuado para tomarla. Establecen la posibilidad de dejar los cubitos de hielo al sol en caso de no contar con la resistencia. Por otro lado un 29% realiza el mismo cálculo pero sólo determinan la energía necesaria para derretir el hielo. EL 33% que resta, hace simplemente un análisis cualitativo pero adecuado a la situación física; únicamente un 9% de estudiantes no pudo resolver la situación.

Por otro lado, en el GC se obtuvo un 43% de alumnos que respondió adecuadamente haciendo un planteo simplemente cualitativo. Un 7% responde adecuadamente y en forma cuanti y cualitativa, refiriendo solamente a la fusión del hielo. Un 33% no resuelve el problema, mientras que el 17% final analiza incorrectamente la situación sin llegar a una conclusión final.

Conclusiones

A partir del análisis del desenvolvimiento de los alumnos del GC y del GE, vemos que existen mejoras en el accionar de los estudiantes que trabajaron con guías de Laboratorio de Aprendizaje Activo. Se logró percibir un posicionamiento mayor del grupo en su propio proceso de aprendizaje, alcanzando mayor independencia; se favoreció al trabajo colaborativo; se dialogó y argumentó con vocabulario

específico, logrando una transposición a otras situaciones; y hubo menor dificultad en la lectura de gráficos, y el reconocimiento de fuentes de error experimental. Esto nos lleva a pensar que el GE ha podido desarrollar la actividad con mayor destreza. El registro de las observaciones no participantes nos han mostrado el compromiso de los estudiantes del GE para con la discusión, tutelada por el docente, de la etapas de predicción y método.

Los resultados alcanzados en el pre test nos llevan a pensar que puede existir dificultad, en este grupo de alumnos, para establecer conexiones/relaciones entre el análisis y/o construcción de gráficos. Queda planteada la posibilidad de trabajar esta dificultad conjuntamente con el docente de matemática, para poder revertir la situación.

La metodología de trabajo activo contribuyó también en la resolución del PRC incluido en la evaluación escrita, los resultados destacan que los alumnos del GE fueron capaces de resolverlo y/o de proponer distintas soluciones; hechos que no fueron observados en los integrantes del GC.

Pensamos que este contexto de trabajo experimental ayudó a integrar los conceptos de electricidad y calorimetría, apoyándonos en las etapas de predicción, observación, contrastación esenciales en las clases de Aprendizaje Activo de la Física.

Bibliografía

Ayala, M. M.; Malagón, J. F. y Sandoval, S. (2011). Magnitudes, medición y fenomenologías *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 24, Nº 1, pp. 43-54.

Benegas, J. y Villegas, M. (2006). La enseñanza Activa de la Física: la experiencia en la UNSL. IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física, San José de Costa Rica, Costa Rica.

Beney, M. y Séré, M. G. (2001). Entre réussir et comprendre ou de l'effet des consignes opératoires sur la compréhension des procédures de mesurage en TP de physique de 1r. cycle universitaire. *Didaskalia,* 19, pp. 9-37.

Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 319-328.

Dima, G. (2007). *Las experiencias de laboratorio como estrategia para favorecer el cambio conceptual en estudiantes de Física Básica Universitaria*. Tesis de Maestría, presentada el día 17 de diciembre de 2007, en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales de la UNSL. Asesor Científico: Dr. Julio Benegas (UNSL). Co Asesor Científico: Dr. Pedro Willging (UNLPam).

Dima, G., Girelli, M., Reynoso Savio, M. F. (2011). Aprendizaje activo de la física en alumnos de nivel secundario: pretest de laboratorio sobre transformación de energía eléctrica en térmica. *Libro de Resúmenes del 4to Taller Regional de Cono Sur sobre Aprendizaje Activo: Termodinámica y Fluidos (AATyF). 4ta Conferencia Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física (CRAAF-4).* p23. La Falda, Córdoba.

Dima, G.; Benegas, J. y Willging, P. (2007). Las experiencias de laboratorio como estrategia para favorecer el cambio conceptual en estudiantes de física básica. *Tesis de Maestría en Enseñanza de la Física.* Defendida en la Facultad de Ciencias Físico, Química y Matemáticas, Universidad Nacional de San Luis, Argentina.

Dima, G.; Girelli, M. y Reynoso Savio, María Fernanda. (2012). Aprendizaje activo de la física en alumnos de nivel secundario: Pre test de laboratorio sobre transformación de energía eléctrica en térmica. *Latin American Journal of Physics Education,* Vol. 6, No. 1, pp. 143-147.

Ferreiros, J. y Ordoñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), pp. 47-86.

Heller, P. and Heller, K. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*, University of Minnesota.

Hüber, G. (2000). *Aprendizaje Activo en Contextos desarrollados*, U. Barcelona.

Mellado Jiménez, V. (2004). ¿Podemos los profesores de Ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes? VI Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología.

Petrucci, D. y Cappannini, O. (2002). La innovación sistemática. Documento interno inédito del Taller de Enseñanza de Física. Universidad Nacional de La Plata.

Petrucci, D.; Ure, J. y Salomone, H. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 19(1), pp. 7-20.

Raviolo, A.; Álvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones. *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 24, Nº 1, pp. 97-107.

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*, Hoboken, NJ: Wiley.

Reigosa, C. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), pp. 023-034.

Reynoso Savio, M. F.; Girelli, M.; Glusko, C. A.; Dima, G. N. (2012), Promoviendo el Aprendizaje Activo en Temas de Electrodinámica. *Memorias en CD del XI Simposio de Educación en Física (SIEF XI)*. Esquel, Chubut, Argentina. 11p. Posterior Comunicación oral.

Reynoso Savio, M. F.; Girelli, M.; Dima, G. (2009). Instrumentos para evaluar actividades de laboratorio en física: su construcción y validación. *Memorias en CD de la XVI Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVI)*. San Juan, Argentina. 12p. Posterior Comunicación oral.

Reynoso Savio, M. F.; Girelli, M.; Dima, G. (2011). Propuesta de laboratorio sobre la Ley de Ohm y circuitos eléctricos. Una mirada desde el aprendizaje activo. Memorias en CD Décimo

Séptima *Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVII).* Villa Giardino, Córdoba. 11p.

Salinas, J. (1996). Los prácticos de Física Básica en laboratorios universitarios. Tesis Doctoral. *Revista de Enseñanza de la Física*. Volumen Extraordinario.

Tiberghiem, A. y Malkoun, L. (2008). Análisis de clases de Física en la escuela secundaria a partir de registros de video. *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol 21, N°2, pp. 11-22.

Aplicação do Laboratório Virtual no Curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo

Fonseca, Monaliza; Maidana, Nora.

Instituto de Física. Universidade de São Paulo, Brasil.

monalizafonseca@gmail.com

Resumo

Fazendo uso de recursos virtuais buscamos apresentar ao professor uma nova estratégia de ensino para aulas de física que atraia o aluno e o envolva de forma investigativa na busca pelo conhecimento. Para tanto será apresentado o Laboratório Virtual, espaço esse que visa complementar a ação docente em sala de aula, a fim de trabalhar conceitos abstratos de maneira experimental. Este laboratório foi desenvolvido a partir da filmagem de sistemas reais com o objetivo de observar todo o movimento do objeto em estudo junto com um instrumento que possibilitou a medida de sua posição. Posteriormente, incorporou-se ao vídeo um código de tempo, de modo que, ao transformar-se o filme em quadros independentes, as imagens

extraídas permitiram medir a posição ocupada pelo corpo em instantes sucessivos e conhecidos. Com uma tabela de posição por tempo toda a evolução dinâmica do sistema pode ser obtida. Esse espaço virtual vem sendo usado desde 2004 nos cursos de mecânica da graduação em Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo e vem se apresentando como uma inovação no método de desenvolvimento curricular, uma vez que busca na tecnologia uma nova maneira de trazer a experimentação para o contexto do ensino.

Introdução

Como consequência do avanço da tecnologia, acompanhar as inovações não é tarefa fácil no que tange à aparelhagem eletroeletrônica; imagine então a implantação de determinadas ferramentas tecnológicas no sistema de ensino. A educação, seguindo seus moldes tradicionais apresenta sérias dificuldades em adotar e se adaptar à mudanças, no entanto diversas estratégias são propostas para fazê-la acompanhar o ritmo da tecnologia. Isto nos leva a pensar numa maneira de incluir essa ferramenta ao contexto escolar. Os jovens estão cada vez mais conectados, buscando novas formas de comunicação e interação com os outros, por isso surge a necessidade de potencializar o uso desse meio (Lévy, 1996). Seus recursos são inúmeros e, se bem aproveitados, podem servir de suporte às aulas teóricas. A inserção dessa tecnologia ao ensino, em especial de Física, vai de encontro à necessidade cada vez maior do professor em tornar o conhecimento científico mais atraente para os alunos (Fiolhais et al., 2003). Dentre as diversas estratégias possíveis para o ensino, a que receberá destaque neste trabalho é o laboratório didático, reformulado de

modo a adequá-lo às novas tecnologias. O laboratório virtual pode ser pensado de duas maneiras diferentes, por um lado simulações, que recriam situações físicas idealizadas de modo a facilitar a interpretação de um fenômeno físico e, por outro, os experimentos filmados, que usam situações físicas filmadas como base de uma análise quantitativa (Fonseca, et al, 2013). É esse último que receberá destaque nesse trabalho.

A Mecânica no Laboratório Virtual

Dentre todos os conteúdos abordados pela física, um deles possui uma particularidade que permitiu a criação do laboratório virtual, trata-se da Mecânica. O movimento dos corpos descritos nessa área é tratado como o movimento de pontos materiais, de forma que toda a informação para o seu estudo estão contidos na sua trajetória. A possibilidade de fazer um registro de posições ao longo do tempo permite que toda a mecânica embutida no movimento do corpo em estudo seja trazida a tona. Tendo em vista essa particularidade da mecânica, pensou-se numa maneira de obter registros de trajetórias de diversos corpos nas mais variadas situações. Essas por sua vez quando reunidas constituiriam o chamado laboratório virtual.

Na grade horária do primeiro semestre dos licenciandos em física, uma disciplina ministrada é Fundamentos de Mecânica. Concomitantemente a ela os alunos também possuem disciplinas de laboratório, onde têm o primeiro contato com aparatos e instrumentos de medida. Percebeu-se que o conteúdo visto nas aulas teóricas de mecânica não eram em tudo compatíveis com as de laboratório, em geral os conteúdos estudados não eram os mesmos. Viu-se aí a necessidade de oferecer um espaço de

experimentação para que os alunos pudessem aplicar experimentalmente os conceitos abordados nas aulas teóricas.

Criação de um Experimento Virtual

O grupo que elaborou o espaço do Laboratório Virtual foi constituído por dois professores coordenadores e de dois a quatro estudantes, que mudavam ao longo de vários anos (Barros, 2011). Nas reuniões do grupo foram selecionados experimentos que não necessitavam de materiais e equipamento sofisticados, envolvendo objetos familiares aos estudantes. Os passos seguidos consistiam em:

a) Escolha do experimento e discussão de quais grandezas físicas poderiam ser determinadas a partir da montagem idealizada.

b) Filmagem de todo o aparato experimental de modo a conseguir extrair os dados em uma análise posterior.

c) Verificação da qualidade das medidas das grandezas de interesse, a partir dos quadros (fotos) extraídos dos filmes.

Se a qualidade das medidas era considerada adequada, o experimento era incorporado ao acervo com as seguintes etapas:

d) Realização de novas filmagens com possíveis melhoras na qualidade do experimento.

e) Elaboração dos roteiros, que instruiriam os alunos na realização das experiências.

Quando as medidas obtidas não tinham qualidade satisfatória, ou novos arranjos experimentais eram filmados até

se obter dados com a qualidade desejada ou buscava-se outro experimento.

As condições favoráveis à filmagem foram de extrema importância: ambiente com boa iluminação, posicionamento correto da câmera, fundo adequado, entre outros, foram fatores que enriqueceram a qualidade do material a ser empregado e facilitaram a leitura dos quadros por parte dos alunos.

Uma vez escolhido o conteúdo físico a ser estudado era o momento de filmar, editar e disponibilizar o experimento, tomando os cuidados descritos a seguir.

Filmagem

Durante o processo de filmagem, levou-se em conta que todo material produzido iria ser acessado apenas pela página virtual, precisando então ser capaz de mostrar a totalidade do experimento. Para isso, foram realizadas dois tipos de filmagens: uma à distância, que permitia uma visão geral do arranjo experimental e seu funcionamento, e outra de perto (em *close*), que destacava o objeto estudado e o instrumento de medição usado na leitura das posições, lineares ou angulares, conforme o sistema de interesse (Severino, 2006). Essa filmagem em *close* era realizada de modo a manter o corpo em movimento (ou parte dele) dentro do campo de visão da filmadora, para que fosse possível medir as posições do objeto nos diferentes instantes de tempo, e minimizar o efeito de paralaxe.

Edição

Para dar início ao tratamento do filme, inseriu-se um contador de tempo no vídeo gravado. Há vários programas com essa função, em especial neste trabalho usamos o *VirtualDub*, com o qual é possível marcar o tempo até os milésimos de segundo. Esse cronômetro digital, comumente chamado de *time code*, foi inserido de modo a ficar numa extremidade dos quadros do vídeo. Assim, toda vez que é acionado o comando *"play",* a posição do objeto filmado e a contagem do tempo são vistas simultaneamente. A etapa seguinte foi o desdobramento do vídeo em fotos, com o contador já incorporado. Para isso, existe a possibilidade de usar os programas *VirtualDub* ou o *Adobe Premiere,* os quais possibilitam a extração de quadros de um vídeo, cujos intervalos de tempo são iguais a 1/30 de segundo. Quando o filme for todo transformado em quadros, cada um terá seu código de tempo, referente a um instante específico do movimento.

Disponibilização

Todo o material produzido, tanto os filmes quanto as fotos, ficam disponíveis na página http://www.fisfoto.if.usp.br.

A página do experimento virtual deve ser suficientemente bem organizada para que, quando o aluno navegue pela rede, consiga ter acesso a todo o conteúdo necessário à realização do experimento. No *link* citado acima é possível visualizar a página de abertura dos experimentos virtuais. Abas na parte superior permitem acessar cada conjunto específico de experimentos. Assim, na aba *Translação* encontram-se experimentos que envolvem movimento linear, nos quais é possível estudar conceitos de atrito, força, conservação

de quantidade de movimento e energia. Na aba *Rotação* existem experimentos usados no estudo de movimentos circulares como rodas de inércia, giroscópios e rolamentos com e sem escorregamento.

A fim de facilitar a compreensão dos alunos, a estrutura da página de cada experimento virtual possui elementos comuns (*Introdução, Roteiro, Processo de Filmagem, Materiais, Filmes e Fotos*).

Na página de abertura de cada experimento, abaixo da foto que ilustra o mesmo, encontra-se o roteiro necessário para sua execução, onde está a descrição detalhada de como o aluno deve prosseguir na obtenção de dados e análise correspondente.

A aba *Filmes e Fotos* apresenta os filmes dos movimentos vistos de longe, para apreciar a experiência, e em *close,* para a leitura dos dados. Também são dispostas, quando necessário, as fotos dos objetos de estudo sobre uma balança, onde se vê o valor da massa, evidenciando assim a fonte dos valores adotados para as grandezas físicas, o que evita dúvidas posteriores sobre a origem dos dados.

Nossos estudantes (curso de Licenciatura do IFUSP), quando iniciam seus estudos nos experimentos virtuais, não têm familiaridade com ferramentas computacionais como as planilhas de cálculo de computador. Por isso, desenvolveu-se o projeto da *monitoria web* com o objetivo de proporcionar ao aluno conhecimentos adequados para que possa elaborar planilhas e gráficos de qualidade. Após a realização das experiências, os alunos devem entregar um relatório, normalmente redigido em dupla e com o auxílio de um editor de texto no computador, que é corrigido pela equipe que ministra a disciplina. Esses relatórios são corrigidos e devolvidos rapidamente, para que eles possam

avaliar seu trabalho e em alguns casos para que possam retificar tanto a análise dos dados quanto corrigir erros conceituais.

Aplicação do Laboratório Virtual

O laboratório virtual vem sendo aplicado nos cursos de licenciatura da graduação em Física. A fim de avaliar a eficácia do laboratório virtual, em alguns experimentos, parte dos alunos realizou experiências equivalentes de maneira tradicional, ou seja, em um laboratório convencional, usando todos os equipamentos necessários para a montagem do arranjo experimental e fazendo as medições sem a intermediação da filmagem. O roteiro empregado por essa parcela da turma foi reformulado de modo a medir as mesmas grandezas que são determinadas no laboratório virtual. O processo finalizou com a comparação dos resultados obtidos nos dois tipos de laboratório e a verificação da qualidade dos resultados para cada tipo de experiência. Levantou-se também a opinião dos alunos sobre qual dos laboratórios teria sido mais eficiente e em quais momentos escolheriam um ao invés do outro. Será essa atividade descrita em detalhes na sequência desse trabalho.

O Experimento Virtual Roda de Inércia

O experimento consistia no estudo do movimento de rodas de inércia aceleradas pela queda de pesos amarrados a extremidade de um fio enrolado em cada uma. O objetivo era familiarizar o estudante com as grandezas cinemáticas e dinâmicas associadas aos movimentos de rotação tais como aceleração angular, torque do peso e o momento de inércia da

roda possibilitando ao aluno a chance de medi-las experimentalmente e confrontá-las com os valores teóricos esperados.

O aparato era composto por uma roda de inércia (formada por um disco de acrílico e outro de alumínio) que era fixada em um suporte de madeira que mantinha todos os elementos na vertical. Para melhor avaliação da verticalidade do equipamento um fio de prumo era preso à base.

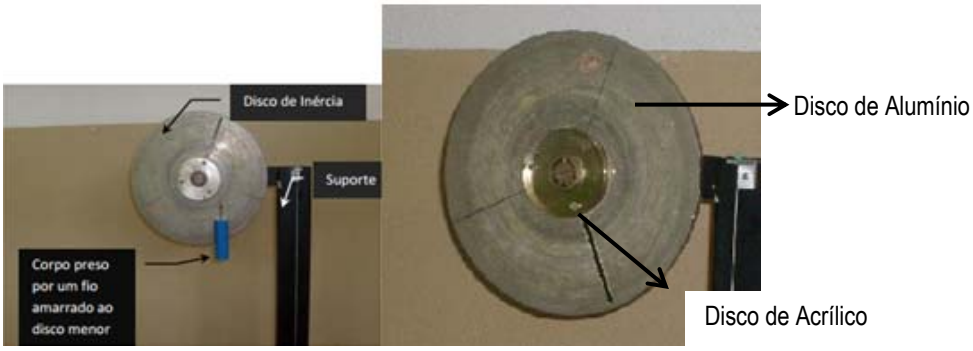


Figura 1: Roda de Inércia usada no experimento

Preso à roda de inércia (à um dos dois discos) existia uma massa, que era a responsável por provocar um torque na roda através de sua queda livre. Tendo esse aparato experimental montado foi gravado o filme que serviria de base para extração das fotos que seriam analisadas pelos alunos.

Para realizar a filmagem, a câmera foi posicionada frontalmente ao disco de inércia de modo que ela pudesse focar um transferidor apoiado em frente ao disco cuja finalidade seria registrar as posições angulares de uma marcação feita sobre ele.

A roda foi então solta e a câmera registrou o movimento da marca ao longo do tempo.

Com o filme pronto foi inserido a ele um código de tempo para que posteriormente ele pudesse ser transformado num conjunto de fotos como o da figura 2.



Figura 2: Conjunto de fotos usadas para análise

A partir dos dados das fotos a primeira grandeza a ser estudada pelos alunos foi a aceleração angular. Para isso, seguindo o roteiro proposto na página virtual (http://www.fisfoto.if.usp.br/rotacao/roteiros/roteiro_roda_inercia.pdf) deveria ser construída uma planilha de posições angulares (θ) em função do tempo a partir dos dados das fotos, os quais possibilitariam o cálculo da velocidade angular (ω) do disco de inércia ao longo do tempo.

$$\overline{\omega}_{p[t_{i-1},t_{i+1}]} = \frac{\Delta\theta_p}{\Delta t} = \frac{\theta_{i-1} - \theta_{i-1}}{t_{i-1} - t_{i-1}}, \qquad (1)$$

onde $\overline{\omega}_p$ é a velocidade de precessão média para um intervalo $[t_{i-1}; t_{i+1}]$, t_i é o tempo na foto de número i e $\theta_p(t_i)$ é a posição lida no transferidor da marcação feita no disco.

Com os dados de velocidade obtidos sugeriu-se ao aluno a construção de um gráfico de modo que a partir dele seria possível extrair o valor de aceleração angular da roda, que pode ser obtida da reta de tendência como a mostrada na figura 3.

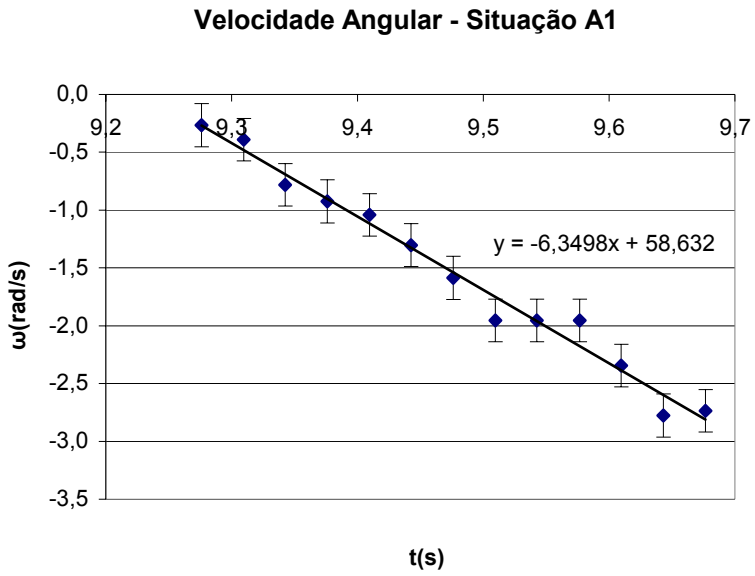


Figura 3: Gráfico construído para obtenção da aceleração angular.

Com o intuito de estudar as outras grandezas físicas envolvidas nesse movimento os alunos deveriam comparar o resultado experimental obtido até o momento com aquele previsto pela teoria. Assim, usando a expressão que relaciona o torque, realizado pelo peso pendurado sobre a polia, com o seu momento de inércia, poderia ser obtido o valor teórico da aceleração da polia:

$$\alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{mgd}{\frac{m_1 R_1^2}{2} + \frac{m_2 R_2^2}{2}} \qquad (2)$$

Onde τ é o torque devido ao peso do objeto pendurado no fio, I é o momento de inércia total da roda de inércia, m é a massa do objeto pendurado, d é o tamanho do braço no qual está apoiado o objeto, m_1 e m_2 são as massas dos discos acoplados da roda de inércia e R_1 e R_2 seus respectivos raios.

Por se tratar de um laboratório virtual o valor dessas grandezas eram disponibilizadas por meio de fotos na página do experimento, (figura 4):



FIGURA 4: Dados necessários para obtenção de grandezas teóricas

Com esses dados e realizando os cálculos necessários numa planilha computacional os alunos puderam comparar os resultados teóricos e experimentais fazendo uso da relação

$$R = \frac{valor\ experimental}{valor\ teórico} \qquad (3)$$

Era esperado que os alunos compreendessem de que quanto mais próximo de 1 for o fator R mais seus dados experimentais estariam se aproximando da teoria. Um exemplo de dados obtido foi:

α_{exp} (rad/s²)	$\sigma_{\alpha exp}$ (rad/s²)
-6,350	0,385
$\alpha_{teórica}$(rad/s²)	$\sigma_{\alpha teórica}$(rad/s²)
6,068	0,012
R	σ_R
-1,046	-0,063

Tabela 1: Comparação das acelerações angulares teórica e experimental

O Experimento Tradicional Roda de Inércia

Paralelamente ao experimento virtual, parte dos alunos realizaram o experimento da roda de inércia de maneira tradicional, ou seja, fazendo uso dos aparatos do laboratório didático. O intuito dessa prática era desenvolver um método que permitisse comparar o uso do laboratório virtual com o tradicional.

No experimento tradicional, o aluno deveria inicialmente medir a massa que seria amarrada à polia e na sequência enrolar um fio na polia de modo a manter o peso suspenso. Com uma mão o aluno segurava a polia para que ela não entrasse em movimento e com a outra acionava um cronômetro, assim, o aluno soltava a polia e simultaneamente acionava o cronômetro que era parado no instante em que o peso tocava o chão. Dessa forma era obtido o tempo de queda do peso.

O aluno realizava esse processo de medição 5 vezes, lembrando de soltar o peso sempre da mesma altura. A ideia de

repetir o experimento era para obter a média do tempo de queda, com uma incerteza dada por várias medidas independentes. O movimento de queda do peso pode ser aproximado a um MUV, dessa forma o valor de sua aceleração linear era calculado e posteriormente, fazendo uso da relação $a = \alpha R$ era possível obter o valor da aceleração angular da polia.

Diferente do experimento virtual, no experimento tradicional os alunos mediam diretamente valores como diâmetro, massa e braço de alavanca.

Com os parâmetros da situação definidos foram coletados alguns dados de tempo de queda para proceder na análise.

Sabendo-se que quem provoca o torque na polia é o peso da massa pendurada, e tendo acesso direto ao raio da polia foi possível obter o valor de sua *aceleração angular teórica*. Da mesma forma que no experimento virtual foi solicitado ao aluno que fizesse uma comparação entre esses dois valores: teórico e experimental.

Para facilitar a comparação foi sugerido também aos alunos que fizessem a razão *R* entre esses dois valores e argumentassem qual seria seu valor ideal.

Aceleração (rad/s²)	Experimental	15,585±0,483
	Teórica	14,412±0,049
R	1,081	

Tabela 2: Acelerações angulares experimental e teórica obtidas no experimento tradicional

Outra questão levantada diz respeito à presença ou não do torque do atrito, elemento que poderia causar a diferença entre os valores experimentais e teóricos. Além das questões propostas é esperado que o aluno levante novas hipóteses para as possíveis discrepâncias entre os valores obtidos.

Considerações sobre o Uso do Laboratório Virtual

O uso do laboratório virtual muitas vezes acaba dando margem para questões como o fim do laboratório tradicional, no entanto não é esse o seu intuito. Nas aulas de laboratório na graduação, o estudante tem a oportunidade de manusear os equipamentos, montar os aparelhos, desenvolver os métodos de análise, coletar dados e tirar conclusões. Em alguns casos esse processo torna-se um pouco longo e deixando algumas etapas mal resolvidas. No laboratório virtual a instrumentação não aparece, cedendo espaço para um estudo mais detalhado da lei física e do processo de análise.

Com a aplicação do laboratório virtual ao longo dos anos foi possível perceber a dificuldade que muitos alunos tem com o manuseio do computador, no entanto essas dificuldades buscam ser sanadas com os períodos de monitoria web.

Durante a realização de alguns experimentos virtuais, os alunos foram indagados a respeito da preferência do modo virtual ou tradicional. As respostas foram bastante diversificadas, como mostraram os seguintes exemplos de depoimentos:

> *"(...) fica evidente que o laboratório virtual seria uma boa opção, pois além de ser preciso, os resultados obtidos são mais próximos do esperado teoricamente*

(...) ele pode ser aplicado em salas de aula, pois aparentemente, os recursos disponíveis para aplicação do experimento são mais acessíveis (...) o custo é menor."

"Sem dúvida nenhuma usaria o laboratório que teve os melhores resultados na obtenção dos dados (...). Seria o Virtual."

"Acredito que ambos os laboratórios tem os seus pontos positivos e negativos, porém acredito que o laboratório tradicional instrua mais os alunos, pois podemos realizar as medições, e realizar as análises através de dados coletados por nós mesmos. Temos uma visão melhor da experiência realizando a mesma."

"Se a busca principal é passar a compreensão do fenômeno físico ao aluno (experimentador), sem dúvidas a melhor opção é o experimento virtual, no entanto, para a formação completa de um individuo capaz de resolver situações reais o experimento tradicional se presta mais apto"

Do estudo dos gráficos e conclusões apresentados nos relatórios dos estudantes, é possível verificar se a experiência fez sentido para o aluno; em particular, a qualidade do gráfico mostra a familiaridade com o experimento e a compreensão do assunto. Há alunos que entregam relatórios incompletos e com gráficos que não correspondem ao fenômeno observado, de onde se infere que eles ou não têm uma fundamentação conceitual com relação à teoria envolvida no experimento e por isso não conseguem fazer a correspondência entre a representação gráfica e a realidade ou se mostram descomprometidos com a realização dos experimentos.

Atualmente, a maioria dos estabelecimentos de ensino está conectado à Internet, bem como muitos dos lares, enquanto que os aparatos experimentais existem em poucas escolas. Com apenas essa conexão à rede, o laboratório virtual permite que o estudante possa realizar grande parte da atividade experimental, que corresponde à análise dos dados e a interpretação dos resultados, que auxilia à compreensão da teoria vista em sala de aula.

Durante todos estes anos, com a aplicação do laboratório virtual nas turmas de graduação, notou-se, em parte dos alunos, um bom nível de aproveitamento e rendimento acadêmico. A partir da vivência com alunos e a instrução dos mesmos para a realização dessas atividades, foi possível perceber o envolvimento deles com os fenômenos que eram explorados. Essa nova proposta de laboratório vem então como uma alternativa de atividade a ser desenvolvida paralelamente às aulas teóricas, que é aberta ao público e livre para ser usada nos moldes propostos ou com adaptações do usuário.

Independente da preferência entre este Laboratório virtual e o real, a filmagem de um arranjo experimental e a posterior inserção de um código de tempo adequado, permite aprimorar o processo de análise de um fenômeno físico. A precisão das medições de tempo e posição é boa e, em certas situações obtêm-se melhores resultados em comparação com aqueles obtidos em um laboratório tradicional, de modo que se constitui em uma maneira alternativa para realizar as atividades práticas no laboratório.

Referências Bibliográficas

Lévy, P. (1996), *O que é o virtual?.* São Paulo, Editora 34.

Fiolhais, C. e Trindade, J. (2003). Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 3, p 259-272*.

Fonseca, M.; Maidana, N.; Severino, E. Z. G.; Barros, S. F.,Senhora, G. G. M.; Vanin, V. R. (2013). O Laboratório Virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Aceito para publicação na RBEF 2013.

Barros, S. F. (2011). *Experimento virtual de rolamento: um estudo das dificuldades apresentadas pelos alunos do curso de licenciatura do IFUSP*. Monografia (Licenciatura em Física). Instituto de Física, Universidade de São Paulo. São Paulo.

Severino, E. Z. G. (2006). *Recursos virtuais em aulas de laboratório de física*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo.

Virtualdub Setup 1.0, Copyright (C) (1998). [Software]. Avery Lee, All Rights Reserved. Compiled with MS Visual C++6.0. Disponível em <http://www.virtualdub.org/>. Página consultada em 13 de maio de 2013.

Adobe Premiere Pro (1991-2005). (Versão 2.0). [Software]. Adobe Systems Incorporated in the United States and/or others countries. Protected by U.S.Pattents.

Aplicando la Metodología del Aprendizaje Activo para la Enseñanza del Equilibrio Térmico

Gilda Noemí Dima[(1)]; Beatriz del Rosario Follari[(1)]; Teresa Perrotta[(1)]; María EugeniaCarola[(2)]

1: Facultad de ciencias Exactas y Naturales, UNLPam

2: Colegio Secundario María Auxiliadora

E-mail: dimascari@cpenet.com.ar

Resumen

Se ha planificado y aplicado una estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Activo de la Física que utiliza la energía como hilo conductor, lo que permite abordar Mecánica en el Primer Año y Calorimetría en el Segundo Año utilizando un mismo esquema conceptual, basándose siempre en el principio de conservación de la energía. Los conceptos de calor, temperatura y energía interna presentan dificultades para su enseñanza que se podría resolver con esta estrategia.

Se presenta una Clase Interactiva Demostrativa experimental que se utilizó para la enseñanza del concepto de

equilibrio térmico en el Segundo Año de Polimodal en el Colegio María Auxiliadora de Santa Rosa, La Pampa. Se describe la experiencia y los resultados alcanzados.

Los estudiantes lograron un buen nivel de comprensión del concepto de equilibrio térmico mostrando un adecuado uso del lenguaje y una diferenciación clara de los conceptos de temperatura, calor como transferencia de energía y energía interna.

Palabras Clave: Equilibrio térmico; Aprendizaje Activo; Nivel medio; Trabajo experimental.

Introducción

En la literatura sobre investigación educativa en ciencias encontramos trabajos que relatan sobre estrategias didácticas, sin embargo no ocurre lo mismo con su impacto en el aula.

Nuestra intención como docentes no queda en el mero hecho de emitir nuestro saber (en oportunidades de manera autoritaria) de manera que nuestros estudiantes jueguen un rol pasivo de receptor de conceptos, muy por el contrario trabajamos para revertir esta situación. Es por ello que incesantemente evitamos en nuestras clases caer en lo rutinario y buscamos nuevas estrategias de enseñanza (Davini, 2009).

En tal sentido entendemos a la estrategia de enseñanza como: "el conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover aprendizaje en sus alumnos" (Anijovich y Mora, 2010).

En tal sentido hemos diseñado una serie de actividades sobre la metodología del Aprendizaje Activo de la Física. En esta metodología se utiliza un ciclo de aprendizaje que procura que el estudiante reconozca sus propios pensamientos respecto de cómo funciona el mundo físico y lo confronte con los resultados de la experimentación, tanto como sea posible. Algunas de ellas utilizan los siguientes pasos: predicción (basada en las creencias del alumno), discusión entre pares en pequeños grupos, observación de la experiencia y comparación entre el resultado experimental y las predicciones. En estas estrategias el rol del profesor es el de guiar al alumno en su proceso de aprendizaje. El papel del laboratorio cambia ya que se recurre a él para aprender conceptos más que para confirmar lo "aprendido", como en la enseñanza tradicional. La investigación ha mostrado que esta metodología promueve el aprendizaje de la Física (Redish, 2004).La tarea experimental va de la mano del resto de las actividades propuestas por el docente (Benegas et al., 2011; Reigosa Castro y Jiménez Aleixandre, 2011; Petrucci et al., 2006).

Dentro de los interrogantes que nos planteamos los docentes podemos mencionar: *) ¿nuestros estudiantes están motivados con las actividades de aula que les proponemos? *) ¿su aprendizaje es suficiente? *) ¿Son capaces de trasladar los conceptos estudiados a otros ámbitos? *) ¿Están preparados para promover discusiones y defender sus ideas? Para poder estudiar y analizar las repuestas a estos interrogantes es aconsejable recurrir a las investigaciones de las últimas décadas que organizan un cuerpo de conocimiento en la Educación Científica en general y en la Educación en Física en particular (Benegas et. al, 2007), que no siempre son llevadas a las aulas. Es así que luego de una búsqueda exhaustiva de trabajos que traten al respecto para no incurrir en errores (Petrucci y

Cappannini, 2004) quienes redactamos este trabajo hemos elaborado, llevado al aula y evaluado una estrategia didáctica integradora para la enseñanza de la energía y su conservación (en primer año del nivel polimodal, el cual se llama cuarto del nuevo secundario a partir del 2013) y calor y temperatura (en el segundo año del mismo nivel, que se llamará quinto del nuevo secundario a partir del año 2014). Hemos redactado cuidadosamente materiales que han incorporado el estudio de este tema de manera integrada y adecuada a los alumnos a los cuales fue destinada (Follari et al., 2012; Follari et al., 2011; Lambrecht et al., 2011).

¿Qué nos motivó a este desafío? A lo largo de nuestra tarea docente de Física Básica Universitaria y secundaria hemos tenido que enseñar energía y su conservación, habitualmente los textos con los cuales trabajamos siguen la secuencia trabajo-potencia-energía-principios de conservación. (Tipler et al., 2005; Sears et al., 2004; Rubinstein y Tignanelli, 2000; Serway, 1999; Aristegui et al., 1999; Zitzewitz, y Neft, 1997).

Esta estructura impide pensar en términos termodinámicos y el calor, si bien es mencionado, no suele aparecer diferenciado de la energía interna, lo cual creemos que puede confundir a los estudiantes. Además lleva a que los alumnos piensen que existen varias ecuaciones fundamentales para este concepto (Jewett, 2008).

La estrategia comenzó estudiando los conceptos de mecánica con alumnos que transitaban el primer año del nivel polimodal. Desde el comienzo del tratamiento de la energía presentamos la ecuación (1) (Resnick et al. 2004):

$$W_{ext} + Q = \Delta K + \Delta U + \Delta E_{int} \qquad (1)$$

donde W_{ext}. es el trabajo que realizan las fuerzas externas al sistema, Q representa la transferencia de energía por calor, ΔK es la variación de la energía cinética del centro de masas de los cuerpos que componen el sistema y la ΔU es la variación de la energía potencial U (gravitatorias, elásticas, eléctricas, etc). En la variación de la energía interna, $\Delta_{Eint,}$ deben incluirse todas las energías cinéticas y potenciales que se asocian a movimientos y/o interacciones que ocurren dentro de los componentes del sistema.

En esta primera etapa sólo se analizaron situaciones en las cuales los cambios de energía del sistema se debían al hecho de que se realizara trabajo mecánico sobre él o viceversa.

En segundo año, y siempre basándonos en la ecuación (1), tratamos procesos en los que la variación de energía puede también ser atribuida a la transferencia de energía por calor entre el sistema y su entorno. Nuestras actividades se plantearon de manera que el concepto de temperatura sea aprendido como una medida de la energía cinética interna debida al movimiento de vibración de las moléculas, mientras que el calor es la transferencia de energía causada por una diferencia de temperatura entre el sistema y su entorno. Como ejemplos elegimos, habitualmente, como sistema el contenido de un vaso, un cuerpo o un calorímetro, es decir que definimos claramente los límites del sistema lo cual ayudó a caracterizar qué consideramos entorno.

Esta forma de estudiar el concepto de energía integrado promueve el aprendizaje conceptual como paso inicial y fundamental para comprender la física y da la posibilidad de aplicarlo en situaciones posteriores, ayuda al estudiante a interpretar las ecuaciones (no a manipularlas).

La metodología de Aprendizaje Activo refuerza aspectos. Particularmente una de las estrategias de esta metodología son las Clases Interactivas Demostrativas (CDI), en ellas se plantea cómo mejorar el aprendizaje conceptual, promoviendo el trabajo activo del grupo de alumnos cambiando el ambiente generalmente pasivo de las clases tradicionales (Benegas et al., ob cit., 2011; Sokoloff y Thornton, 2004; Sokoloff y Thornton, 1997). Esta actividad puede desarrollarse en clases numerosas. Deben ser presentadas de forma tal que los alumnos entiendan la experiencia y comprendan el funcionamiento de los instrumentos utilizados.

En este artículo detallamos cómo hemos trabajado junto a los estudiantes en el segundo año del nivel polimodal y los resultados logrados con una sencilla experiencia de laboratorio, desarrollada en una CDI.

Desarrollo de la Clase

Esta clase experimental se llevó a cabo luego de que los alumnos estudiaran los cambios de energía interna de un sistema al cual se le transfiere energía por calor, incluyendo los casos en los que existe un cambio de fase. En esta clase se toma un sistema térmicamente aislado compuesto de dos subsistema (1 y 2) a distinta temperatura inicial. Se pretende que luego de la experiencia los alumnos lleguen a la conclusión de que la temperatura final es la misma y que puedan plantear la ecuación (1) para este caso:

$$\Delta E_{in\,total} = \Delta E_{int\,(1)} + \Delta E_{int\,(2)} = 0 \qquad (2)$$

donde la $E_{intotal}$ es la variación de la energía interna del sistema completo, $E_{int(1)}$ y $E_{int(2)}$ son las variaciones de las energías internas de los subsistemas. Como hemos mencionado trabajamos en un segundo año de nivel polimodal, con orientación en Ciencias Naturales; la muestra la conformaron 35 alumnos. La experiencia se basó en la propuesta por Sokoloff (Benegas et al., ob cit., 2011). Dadas las características de las CDI, la docente colocó el equipo experimental sobre una mesa que se ubicó en un lugar central para que todos los alumnos pudieran observar con comodidad.

Demostración 1

En el ítem A, se pregunta sobre la temperatura final de una mezcla de dos cantidades iguales de agua a diferentes temperaturas iniciales (ver anexo). Antes de llevar a delante la demostración en sí, se solicitó que cada estudiante respondiera las preguntas de la etapa de predicción de manera individual. A continuación se generó la discusión y se anotaron en el pizarrón las más comunes.

En estas anotaciones se pudo ver que la mayoría (21) respondió que la temperatura estaba en el punto medio entre las iniciales, lo que constituye la respuesta correcta. Siete (7) escribieron que la temperatura final estaría cerca de la más alta de las temperaturas iniciales y tres (3) cerca de la más baja; en esta instancia cuatro alumnos (4) no respondieron.

Los resultados obtenidos en la experiencia fueron los siguientes:

$m_A = m_B$	$T_A = 65ºC$	$T_B = 17ºC$	$T_f = 37ºC$

Si bien la temperatura final fue menor que la esperada (41ºC), fue posible discutir y concluir que el resultado se aproximaba al punto medio entre T_A y T_B. Se aclaró entonces por qué la T_f resultó menor y se mencionaron los cuidados necesarios para realizar correctamente esta experiencia.

Como paso siguiente, la docente los impulsó a comparar el resultado experimental con sus propias predicciones y a plasmar por escrito su conclusión.

El método seguido para abordar la cuestión B fue similar al descripto para la cuestión A. En la etapa de predicción, 26 alumnos expresaron que la temperatura final estaría más cerca de los 20ºC (respuesta correcta), 4 que se encontraría más cerca de los 80ºC, ninguno eligió la opción que indicaba que la temperatura final estaría en el punto medio entre las dos iniciales y 5 no respondieron.

Los resultados experimentales fueron:

$m_B = 2m_A$	$T_A = 61ºC$	$T_B = 15ºC$	$T_f = 29ºC$

Luego de una discusión, los alumnos compararon con sus predicciones y anotaron sus conclusiones en la hoja de resultados. La hoja de predicciones fue entregada a la profesora.

Demostración 2

En la etapa de predicciones las respuestas de los alumnos a las cuestiones A y B (ver anexo) están sintetizadas en la TABLA 1:

Temperatura final	Demostración A Temperatura del recipiente	Demostración B Temperatura del baño
Estará en el punto medio entre las dos temperaturas iniciales	5	5
Más cerca de 80ºC	5	8
Más cerca de 20ºC	17	12
No responde	8	10

Tabla 1: Número de alumnos que eligió cada respuesta en las predicciones correspondientes a la demostración 2, ítems A y B

La mayoría de los alumnos expresó en su predicción que no es posible conocer la temperatura final del sistema si no se conocen las masas. En cuanto a los gráficos de temperatura en función del tiempo para ambos sistemas, realizaron dibujos variados. Reproducimos los más frecuentes.

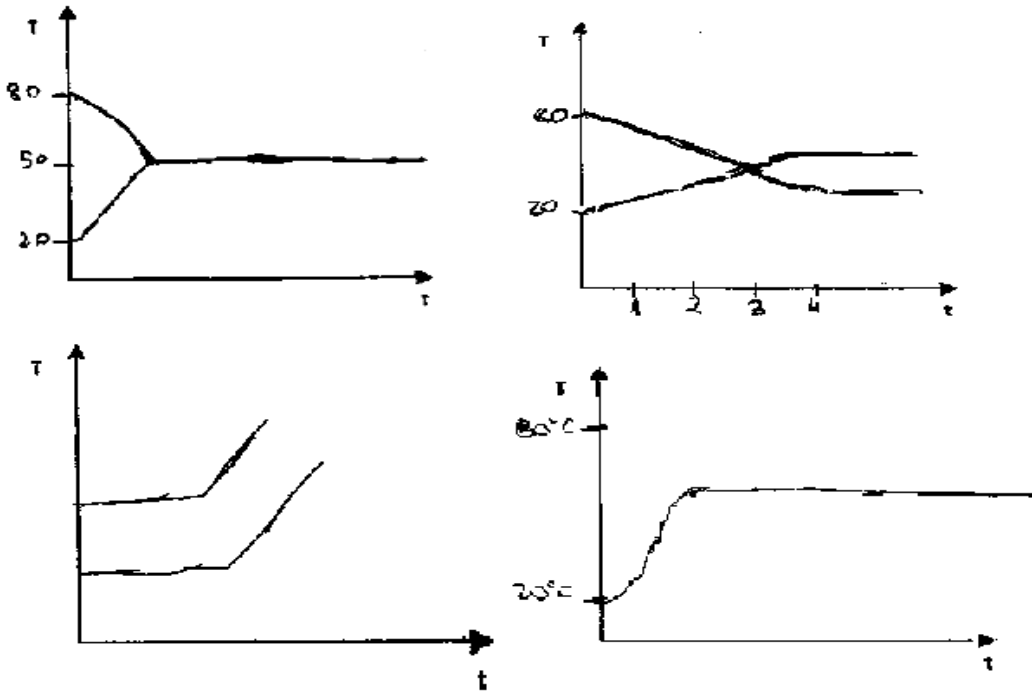


Figura 1: Predicciones más frecuentes de la evolución de las temperaturas en función del tiempo en la Demostración 2.

A continuación realizamos una breve descripción explicando en que consistió la experiencia: Inicialmente se colocó un recipiente cerrado (puede ser un envase de película fotográfica) lleno de agua a una temperatura alta, al que se le colocó un termómetro. El conjunto, (recipiente con agua y termómetro) se introdujo dentro de un recipiente aislante mayor con el doble de agua a temperatura ambiente en el que se sumerge otro termómetro. Se hace necesario que las masas de agua sean agitadas continuamente de manera suave; en esta actividad participaron entusiastamente un grupo de estudiantes, algunos de los cuales midieron las temperaturas. as temperaturas de ambas masas de agua se registraron en el pizarrón, las lecturas se efectuaron cada 30 s. hasta alcanzar el equilibrio térmico.

Luego de realizar la experiencia con la colaboración de varios estudiantes se obtuvieron los siguientes resultados:

Temperaturas iniciales: Recipiente con agua caliente (T_1): 75ºC. Recipiente con agua fría (T_2): 10ºC.

La TABLA 2, consigna los resultados obtenidos en la Demostración 2

t (s)	T_1 (ºC)	T_2 (ºC)	t (s)	T_1 (ºC)	T_2 (ºC)
0	10	75	570	19	28
30	10	69	600	19	28
60	11	65	630	17	27
90	11	61	660	20	26
120	12	59	690	20	25
150	12	56	720	20	25
180	13	54	750	20	25
210	14	51	780	23	24
240	15	48	810	23	24
270	15	46	840	23	24
300	15	42	870	23	24
330	15	40	900	23	24
360	16	38	930	23	24
390	17	35	960	24	24
420	17	34	990	24	24
450	17	36	1020	24	24
480	18	35			
510	18	33			
540	18	30			

Tabla 2: Temperatura del baño T1 y del recipiente T2 hasta alcanzar el equilibrio térmico.

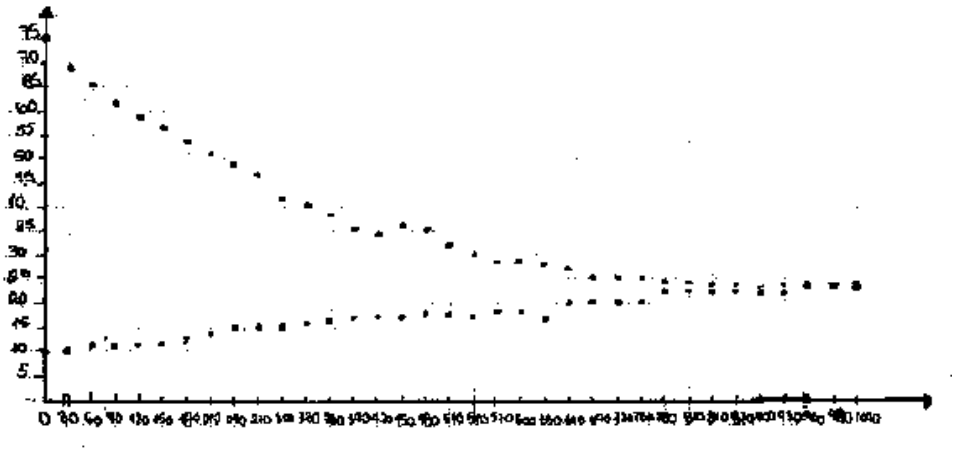


Figura 2: Gráfico de la temperatura en función del tiempo obtenida experimentalmente en la Demostración 2.

Una vez que se concluyó con la toma de datos, los estudiantes debieron representarlos en un gráfico de temperatura en función del tiempo, la gráfica obtenida fue similar para todos los alumnos y la mostramos a en la Figura 2.La profesora alentó a los alumnos a contrastar los resultados obtenidos con sus propias predicciones y se destacó el concepto de equilibrio térmico. En la discusión se comparó el comportamiento de las temperaturas de ambas masas de agua, poniéndose énfasis en el hecho de que la masa de agua fría era el doble de la otra para explicar la temperatura de equilibrio alcanzada y la velocidad con la que se modificaron las temperaturas.

Para finalizar, la docente insistió en que cada alumno escribiera en su Hoja de Resultados las conclusiones a las cuales habían arribado. A modo de ejemplo transcribimos las anotaciones más representativas:

"El gráfico realizado no se asemeja al de la predicción que realicé. El recipiente grande de agua fría aumenta su temperatura y la mantiene constante a partir de los 780 s y el recipiente chico con agua caliente disminuye su temperatura hasta igualarse con la del otro recipiente. El recipiente con 75º C cede energía y el recipiente con T_i 10º absorbe energía"

"Mis predicciones no coincidieron en lo absoluto con lo demostrado a través de la experiencia. Podemos llegar a la conclusión de que cuando dos masas a diferentes niveles térmicos se ponen en contacto se lleva a cabo una transferencia de energía entre ambas sustancias, alcanzando las dos la misma temperatura. Durante la experiencia quien experimentó un mayor cambio de temperatura fue el agua caliente pues la masa de agua fría duplicaba la otra." "La temperatura del agua caliente disminuye más rápidamente al tener menor masa que el recipiente con agua fría, que aumenta la mitad en proporción al agua caliente" "Ambas masas de agua terminan con la misma T (24ºC), es decir, que alcanzan el equilibrio térmico. En el intervalo para llegar a dicho equilibrio, la masa de agua caliente disminuye más rápido su temperatura de lo que al agua fría aumenta la suya. La temperatura final estará más cerca de la temperatura inicial de la masa de agua fría ya que ésta se encontraba en mayor medida"

Conclusiones

Los alumnos respetaron, a instancia de la profesora, los pasos de la estrategia: predicción, observación, contrastación. Podemos atribuirlo al hecho de que la metodología de aprendizaje activo fue aplicada, con estos alumnos, en reiteradas oportunidades.

No debemos dejar de mencionar que este método de trabajo resulta un tanto dificultoso para todos los protagonistas que llevan adelante la experiencia. Para el docente porque debe correrse de su lugar de emisor de saberes para pasar a ser un guía del proceso de aprendizaje de sus estudiantes y para éstos porque se resisten a responder la etapa de predicción. Esto puede atribuirse a que, en general, están acostumbrados a desempeñar los roles tradicionales: el docente es la fuente del conocimiento y los estudiantes, los receptores que temen emitir juicios que no sean los esperados. Hemos podido ver, sobre el análisis de los resultados que la mayoría dejó constancia escrita de todas las instancias.

En relación con la demostración 1, las predicciones fueron, en su mayoría correctas. La experiencia cotidiana los llevó a una respuesta atinada por lo que la experiencia reforzó, para la mayoría de los jóvenes, sus propias ideas.

La Demostración 2 fue más compleja. El hecho de que el agua de ambos recipientes no se mezclara hizo que el número de predicciones acertadas fuera menor, aunque todavía es mayoritario. En este caso un grupo significativo no respondió, probablemente no se sentían seguros de su intuición y prefirieron omitir una opinión.

Los resultados de la experiencia y la discusión posterior lograron un buen nivel de comprensión del concepto de equilibrio térmico en los estudiantes. Las conclusiones expresan también un adecuado uso del lenguaje y una diferenciación clara de los conceptos de temperatura, calor como transferencia de energía y energía interna, lo cual es muy positivo.

Creemos que este tipo de metodología resulta conveniente y promueve en los estudiantes un aprendizaje significativo y logra también una participación entusiasta

mostrando un aspecto de la Ciencia creativo y cercano a su experiencia cotidiana; conduciendo todo esto a un mejor rendimiento académico.

Bibliografía

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula.* Buenos Aires: Aique.

Aristegui, R.; Baredes, C.; Dasso, J. Delmonte, J. l.; Fernández, D.; Sobico, C y, Silva, A. (1999). *Física I: Energía. Mecánica. Termodinámica. Electricidad. Ondas. Nuclear*, Buenos Aires: Santillana.

Benegas, J.; Villegas, M.; Pérez de Landazábal, M.; Otero, J y el Grupo ACEM. (2007). Resultados de la Enseñanza Secundaria en algunos países iberoamericanos. *Memorias en CD Décimo Quinta Reunión Nacional de Educación en Física (REF XV),* Trabajo 3-73, 11p.

Benegas, J; Sokoloff, D.; Laws, P.; Zavala, G., Punte, G. Gangoso, Z. y Alarcón, H. (2011) Aprendizaje Activo De La Física. IV-Termodinámica y Fluidos. *Manual De Entrenamiento*, San Luis: Universidad Nacional de San Luis.

Davini, M. (2009). *Métodos de enseñanza. Didáctica General para maestros y profesores*, Buenos Aires: Santillana.

Follari, Beatriz del R.; Lambrecht, Carmen; Dima, Gilda N.; Perrotta, M. Teresa; María Eugenia Carola. (2012). Cambios de energía en un sistema debido a la transferencia de energía por calor: una experiencia de laboratorio. *Latin American Journal of Physics Education*. 6 (1), pp. 89-98

Follari, B.; Lambrecht, C.; Dima, G.; Perrotta, M. T. y Carola M. E. (2011). El concepto integrador de la energía en las clases experimentales: transferencia de energía por calor. *Memorias de XVII Reunión Nacional de Educación en la Física,* en CD, Archivo 76 final.

Jewett, J. W. (2008). Energy and the confused Student IV: A global Approach to Energy. *The Physics Teacher*, 6, pp. 210-217.

Lambrecht, C.; Dima, G.; Perrotta, M. T.; Gutiérrez, E.; Carola M. E. y Follari, B. (2011). La simulación para la enseñanza de la conservación de la energía en el nivel polimodal. *Memorias de XVII Reunión Nacional de Educación en la Física*, en CD, Archivo 88 final.

Petrucci, D. y Cappannini, O. (2002). La innovación sistemática. Documento interno inédito del Taller de Enseñanza de Física. Universidad Nacional de La Plata.

Petrucci, D.; Ure, J. y Salomone, H. (2006). Cómo ven los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes

universitarios. *Revista Enseñanza de la Física*, 19 (1), pp. 7-20.

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*, Hoboken, NJ: Wiley.

Reigosa Castro, C. E. y Jiménez Aleixandre, M. P. (2011).Formas de actuar de los estudiantes en el laboratorio para la fundamentación de afirmaciones y propuestas de acción. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), pp. 023-034.

Rubinstein, J. y Tignanelli, H. (2000). *Física I*, Buenos Aires: Estrada.

Sears, F.; Freedman, M.; Young, H. y Zemansky, M. (2004). *Física Universitaria, Volumen I y II*, México: Perason Educación.

Serway, R. (1999). *Física, Tomo I y II*, México: McGraw-Hill.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (1997). Using Interactive Lecture Demonstrations to create an active learning environment, *The Physics Teacher*, 36(6), p.340.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (2004). *Interactive lecture Demonstrations*. Hoboken, N. J: Wiley.

Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (2004). *Física, Volúmen I y II,* México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

Tipler, P. A. y Mosca, G. (2005). *Física para la Ciencia y la Tecnología. Vol. I*, Barcelona: Reverté.

Zitzewitz, P. W., Neft, R. (1997) *Física 1 y Física 2: Principios y Problemas*, México: Mc Graw Hill.

Anexo

Clase interactiva demostrativa sobre Equilibrio Térmico

Hoja dePredicciones. Demostración 1

Para realizar esta actividad se colocarán en un calorímetro, primero cantidades iguales y luego distintas, de agua caliente y agua fría. Registrarán la temperatura inicial de ambas cantidades de agua por separado y luego de mezclarlas continuarán midiendo la temperatura durante un cierto tiempo.

Predicciones

Suponga que tiene una masa de agua caliente (a 80°C) en un recipiente y una masa igual de agua a temperatura ambiente (20°C) en otro recipiente. Luego las introduce en el calorímetro y las deja allí un cierto tiempo:

A.- ¿Cuál es su predicción acerca de la temperatura final del agua en el calorímetro? Su temperatura ¿será el punto medio entre las temperaturas iniciales? ¿Estará más cerca de 80°C? o ¿estará más cerca de 20 °C?

B.- Si ahora la masa de agua caliente es la mitad de la masa de agua a temperatura ambiente, ¿cuál es su predicción acerca de la temperatura final del agua en el calorímetro? Su temperatura ¿ será el punto medio entre las temperaturas iniciales? ¿Estará más cerca de 80°C? o ¿estará más cerca de 20 °C?

Demostración 2

Cuando una sustancia caliente entra en contacto térmico con una sustancia más fría la temperatura de las dos sustancias varía. Este cambio en la temperatura es fácil de observar en situaciones en las que las sustancias (por ej. líquidos) pueden ser mezclados o pueden entrar en contacto térmico aún cuando no se mezclen. El conocimiento de las temperaturas iniciales de ambos sistemas ¿será suficiente para predecir la temperatura final del sistema después que las sustancias hayan interaccionado? En la próxima actividad examinaremos cuidadosamente las interacciones entre objetos calientes y fríos. Antes haremos un par de predicciones.

Predicciones

Suponga que tiene una masa de agua caliente (a 80°C) en un recipiente sellado y no aislado y una masa mayor de agua a temperatura ambiente (20°C) en el recipiente de poliestireno, de mayor tamaño que el anterior. El primer recipiente se sumerge en el agua del segundo y se deja allí por un tiempo largo.

A. ¿Cuál es su predicción acerca de la temperatura final del agua en el primer recipiente? Su temperatura ¿será la mitad de la diferencia entre las temperaturas iniciales? ¿Estará más cerca de 80°C? o ¿estará más cerca de 20 °C?

B. ¿Cuál es su predicción acerca de la temperatura final del agua en el segundo recipiente? Su temperatura ¿será la mitad de la diferencia entre las temperaturas iniciales? ¿Estará más cerca de 80°C? o ¿estará más cerca de 20 °C?

C. ¿Es posible, conociendo sólo las temperaturas iniciales del agua en cada recipiente (no sus masas), predecir exactamente cuál serla la temperatura final? Explique.

D. Trazar en un mismo par de ejes, una gráfica cualitativa de la temperatura en función del tiempo para ambas masas de agua. Explicar brevemente por qué las dibuja así.

Hoja de Resultados. Demostración 1

- Una vez realizada la experiencia anote los resultados y compare con las predicciones que efectuó en A y B.
- ¿A qué temperatura llegó la mezcla?, ¿Es razonable el valor obtenido?
- Registrar las conclusiones alcanzadas con el docente.

Demostración 2 (No se transcribe por ser muy extensa).

Aporte de la Transformada de Laplace en la Interpretacion del Movimiento Armonico Simple

Humana,Teresita Elisabet; Navarro, Silvia Inés

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Catamarca
terehumana@gmail.com

Resumen

Las Ciencias Experimentales y especialmente la Física, han cobrado vital importancia como instrumento para comprender de manera más completa los fenómenos que ocurren a su alrededor; como así también, para la obtención de métodos que mejoren el proceso de enseñanza y aprendizaje, permitiéndole al alumno aprender con eficacia y eficiencia valorando resultados obtenidos en el laboratorio, comparándolos con el planteo matemático apropiado. En nuestro caso específico por la Transformada de Laplace $L\{f(t)\}$, para efectuar el análisis de sistemas continuos. El objetivo de esta aplicación es que los alumnos, a partir de la propuesta experimental referida al

Movimiento Armónico Simple, sean capaces de volcar toda la información adquirida durante la experiencia, en la construcción de un modelo matemático usando estas herramientas matemáticas. Por esta razón, el docente debe estar provisto de estrategias didácticas para orientar al alumno, a experimentar con la construcción de un dispositivo experimental sencillo utilizando materiales de bajo costo y alta disponibilidad, de la misma forma utilizar como elemento auxiliar la modelización matemática y la simulación para el estudio de la diversidad de fenómenos presentes en la enseñanza de la Física.

Palabras Clave: Movimiento armónico simple; Transformada de Laplace; Experimento; Modelo Matemático.

Introduccion

La Física como Ciencia Natural y fáctica, se basa en un conjunto de premisas fundamentales que hacen a su desarrollo como tal y que la identifican del resto del saber científico. Constituye una permanente búsqueda de explicaciones de los fenómenos observados en la naturaleza, sin limitarse a una mera repetición de conocimientos anteriores o a una revisión bibliográfica.

La Física se caracteriza por una dualidad conocimiento-actividad, por un lado como proceso intelectual, y por otro como ciencia empírica. En este último caso, no sólo se limita a repetir procedimientos, sino que también los reformula de acuerdo a la naturaleza del problema que pretende resolver, o el fenómeno que intenta comprender usando como herramienta matemática las teorías que aportan las transformadas.

Es por ello, que esta propuesta de trabajo se presenta como una oportunidad para la interdisciplinariedad, donde se considera el desarrollo cognitivo de los alumnos, y las condiciones de contorno que propician el desarrollo de prácticas de laboratorio. Conjuntamente, permiten resolver temas de relevancia en la física con la utilización del razonamiento matemático, posibilitando al alumno alcanzar una perspectiva diferente sobre temas de aparente exclusividad de algunos espacios curriculares.

Marco Teorico

El *movimiento armónico simple* (en adelante M.A.S.) es el más importante de los movimientos oscilatorios periódicos, ya que es sencillo de analizar y constituye una descripción bastante precisa de muchas oscilaciones que se presentan en la naturaleza.

El M.A.S. es un movimiento de oscilación, con una amplitud determinada respecto a la posición de equilibrio. Es un movimiento acelerado, cuya velocidad y posición cambian continuamente, aunque sus valores se repiten a intervalos de tiempos regulares, a medida que el péndulo oscila libremente después de ser separado en un ángulo pequeño de su posición de equilibrio. Allí este movimiento se amortiguará debido al rozamiento con el aire, suponiendo idealmente que esto no ocurre y el mismo se mantiene constante. Por lo tanto, la ecuación que describe este movimiento es:

$$y(t) = A\cos(\omega t + \varphi_0) \quad (1)$$

Siendo A la amplitud de oscilación, ω la frecuencia y φ_0 la fase inicial del movimiento, donde se observa que el movimiento descrito es puramente oscilante.

Por lo tanto, planteando este problema a través de la Transformada de Laplace y la modelización matemática, permitirán realizar la simulación que corroboran los resultados experimentales obtenidos, donde nos lleva a presentar un enfoque más motivador, a pesar de la complejidad de su contexto.

Modelización Matemática y la Simulación Dinámica

Se presenta el proceso que involucra la formulación de un Modelo Matemático usando la transformada, que facilita la visualización del fenómeno en estudio.

Entendiendo por *Modelo Matemático a una representación de un fenómeno real, expresadas con relaciones matemáticas, estos ayudan a entender mejor los fenómenos que describen, desarrollando nuestra intuición sobre su funcionamiento. Además, al mismo tiempo, nos sirve para predecir lo que pasaría en la situación real, tanto en condiciones normales como al modificar algún factor que intervenga en el modelo.* [Juarez G. y Navarro S. (2005)]

Este proceso, desde el punto de vista físico resulta interesante, ya que para elaborar un modelo además del conocimiento matemático, se debe tener una cantidad significativa de intuición y creatividad para interpretar el fenómeno, discernir qué contenido matemático se adapta mejor, y tener sentido lúdico para jugar con las variables involucradas, permitiendo así, formular, resolver y elaborar expresiones que

sirvan no sólo para una solución particular, sino también, posteriormente como soporte para otras aplicaciones y teorías.

Para interpretar un Modelo Matemático, es necesario analizar las implicaciones de la solución derivada del modelo, la cual permite comprobar la adecuación del mismo evaluando cuán significativa y relevante es la solución, a través de la simulación que lo proporciona la *Dinámica de Sistemas.*

Así, la Dinámica de Sistemas tiene como objetivo básico el de llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento de dicho sistema, que en nuestro caso es el M.A.S. Una característica importante, es la evolución del sistema a largo plazo donde se identifican las principales causas de los posibles cambios, lo cual es facilitado por una correcta selección de las variables, que se la expresa a través del Diagrama de Forrester, donde estos diagramas son soporte para ir de la conceptualización de un fenómeno (visto como sistema) a su representación en términos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, y encuentra sus principales aplicaciones en entornos complejos, donde intervienen las medidas que están guiadas, por la lógica que sigue determinadas leyes bien medibles y reproducibles.

Paralelamente al planteo matemático, se presenta el problema físico, que fue planificado a través de una propuesta experimental referida al M.A.S. La comprensión del modelo matemático aplicando las propiedades de la Transformada de Laplace $L\{f(t)\}$, resultan indispensable para interpretar los fundamentos de diversas aplicaciones tecnológicas, más aún, si se tiene en cuenta que este importante concepto matemático, se utiliza para el análisis de sistemas en tiempo continuo.

Se destaca, la importante vinculación que existe entre los avances tecnológicos y las ciencias experimentales, en la que

se trata de encontrar una forma sencilla y eficaz de enseñar al alumno, vinculando lo teórico con lo práctico, motivando su creatividad, a fin de desarrollar y potenciar sus capacidades. De esta manera, se intenta enseñar al alumno a pensar, con el propósito de lograr un individuo creativo, crítico, autocrítico, autónomo y flexible, donde el mismo sea el responsables de dar una definición de M.A.S., a partir de valores obtenidos experimentalmente, para así poder posteriormente realizar la simulación en -Dinámica de Sistemas- reconociendo las variables que intervienen, identificando la dependencia e independencia entre ellas.

Metodologia

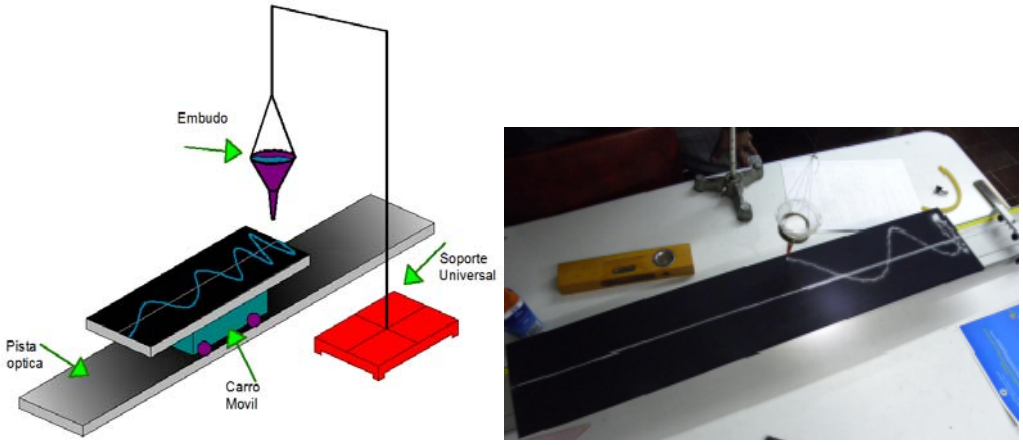
Se trabajó con una metodología experimental, la cual permitió confrontar los valores obtenidos con la formulación matemática del modelo propuesto a través de la Transformada de Laplace $L\{f(t)\}$ y su posterior simulación.

El objetivo de la experiencia fue verificar los conceptos del M.A.S., a partir del registro de valores experimentales y de valores simulados de las variables intervinientes, que se determinará por medio de la Dinámica de Sistemas a través de su simulación correspondiente.

La construcción del dispositivo experimental, fue sencillo utilizando materiales de bajo costo y alta disponibilidad, el mismo consta de un péndulo de longitud $L = 20\,cm$ con un embudo de acrílico en su extremo; una pista óptica de dimensiones $(0.80\,m \times 0.20\,m)$, montada sobre un carro que se

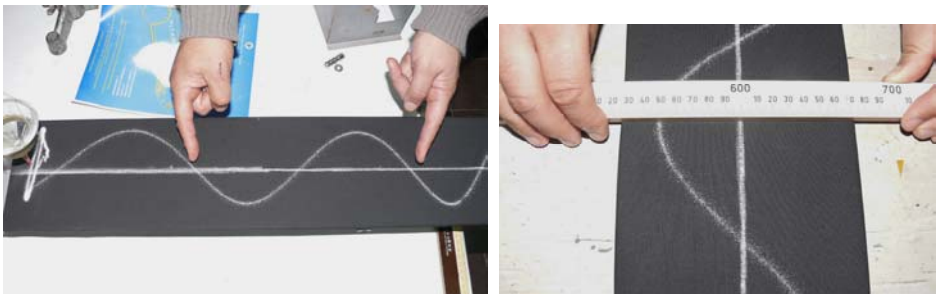
mueve con una cierta velocidad debido a la pendiente de dicha pista. (Figura 1)

El embudo se carga de sal fina, de modo que al oscilar el péndulo describe una trayectoria que queda registrada en la lámina, a medida que ésta se desliza describiendo la grafica característica del M.A.S. (Figura 2). Además, con la ayuda de un cronometro se midió el periodo de oscilación de la onda. Luego, se realiza el registro de datos del movimiento y se toma también como información los valores de la amplitud y la longitud de la onda obtenida. Posteriormente con estos resultados, se realizó la simulación correspondiente al modelo matemático obtenido a través de la Transformada de Laplace, que represente la situación planteada.



(a) **(b)**

Figura 1: a) Construcción del dispositivo utilizado, **b)** Obtención de la onda coseinoidal del M.A.S.



(a) **(b)**

Figura 2: a) Medida de la longitud de la onda, **b)** Medida de la amplitud de la onda

Es importante aclarar, los requisitos necesarios para llegar a obtener la gráfica característica del M.A.S. ya que al realizar la experiencia se tuvo que considerar varios factores que influyeron en la obtención de dicha gráfica. Los factores que más se destacaron fueron:

- *La longitud del péndulo*: se tuvo que variar la misma hasta encontrar la adecuada, para que se pudiera registrar sin defectos la gráfica en la pista deslizante.
- *El orificio del embudo de acrílico*: fue modificado para que la sal fina no cayera demasiado rápido.
- *El peso colocado en el portapesas*: debió ser graduado para evitar que el carro montado sobre la pista no corriese muy rápidamente.
- *El porcentaje de humedad ambiental*: a la hora de realizar la experiencia se debió considerar que esta no fuera alta, pues producía que la sal fina se tornara con cierta humedad e impedía que no saliera del embudo.
- *Secuencia de las mediciones*. Las mediciones debieron realizarse el mismo día para no alterar los resultados

de las variables obtenidas. Por otro lado, después de cada medición se debió proceder a limpiar la pista óptica, ya que provocaba la interrupción en el desplazamiento del carro móvil.

Por lo tanto, para medir la longitud que forma la onda, se utilizó un cronómetro cuya apreciación es de 0,01(s) y una regla milimetrada cuya apreciación es 1(mm). Estos valores se obtuvieron experimentalmente, teniéndose en cuenta, tanto las variables climatológicas como las variables geográficas, características de la provincia de Catamarca del mes de junio de 2012:

Temperatura: 18,4 (°C) y Presión: 956,4(HPa)

Altitud: 65°46´ 58,22" y Latitud: 28°27´33,68"

Se destaca, que el valor de gravedad utilizado es $g = 9{,}78516 \pm 0{,}19\left(\frac{m}{s^2}\right)$ que fuera obtenido en la provincia de Catamarca por [Navarro S.I. y otros (2010)].

Finalmente, teniendo en cuenta éstas consideraciones se procedió a obtener varias curvas del M.A.S., y se registraron en cada de ella los datos del movimiento y los errores que se cometen durante la medición por exceso o por defecto, para posteriormente permitir realizar la simulación correspondiente al modelo que representa la situación física planteada.

Propuesta didáctica

Se realizó un estudio cuanti-cualitativo de carácter descriptivo y relacional, en el interés de describir el modelo matemático y la actividad experimental. La población que sirvió

como referente para el estudio, fue el grupo de alumnos de 2º Año del Profesorado en Física y Licenciatura en Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCa, pues estaban en condiciones de iniciar el cursado del espacio curricular de *Métodos Matemáticos I*. En las clases que conformaron las actividades teóricas-prácticas están incluidas: las clases teóricas referentes a la Transformada de Laplace, donde el alumno adquiere estos conceptos matemáticos en forma aplicada, para luego comprobarlo a través de las simulaciones dinámicas su comportamiento. Por otro lado, las clases prácticas que se realizan en forman experimental, vinculan temas propios de los contenidos mínimos de la asignatura *Métodos Matemáticos I,* como de los conceptos del M.A.S., ya adquiridos por los alumnos desde el espacio curricular de Física II (correspondiente al primer cuatrimestre del 2º Año de las carreras).

Resultados

Resolución del problema con valor inicial (PVI)

La Transformada de Laplace $L\{f(t)\}$, es básicamente adecuada para resolver problemas con valor inicial (PVI) de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes, donde esta clase de ecuación diferencial, puede ser reducida a una ecuación algebraica en la función transformada $Y(s)$.

Por lo tanto, este PVI describe el M.A.S. tal lo descrito en el experimento. De manera, que el péndulo (que contiene sal fina) oscilará perpendicularmente respecto al plano horizontal, después de ser separado en un ángulo pequeño de su posición de equilibrio, que es impulsado por una fuerza aplicada y con

velocidad inicial. La expresión matemática que describe este proceso es:

$$y'' + 4y = \cos 4t \qquad \text{con} \quad y(0)=0 \ , \ y'(0)=1 \qquad (2)$$

Resolviendo el problema planteado, donde se aplican las propiedades de la Transformada de Laplace, se obtiene:

$$s^2 Y(s) - s\,y(0) - y'(0) + 4Y(s) = \frac{s}{(s^2+4)}$$

Cuya solución del PVI en el estado continuo será:

$$y(t) = \frac{1}{2}\, sen\ 2t \ + \frac{t}{4}\, sen\ 2t \qquad (3)$$

A continuación se procede a realizar la simulación dinámica usando el software VENSIM 5.1, donde se identifican las distintas variables que participan en el experimento. Esto se lo expresa a través del Diagrama de Forrester (Figura 3) que sirve para recoger los elementos clave del sistema y las relaciones que hay entre ellos.

Por tanto, el modelo del movimiento armónico simple se presenta a continuación:

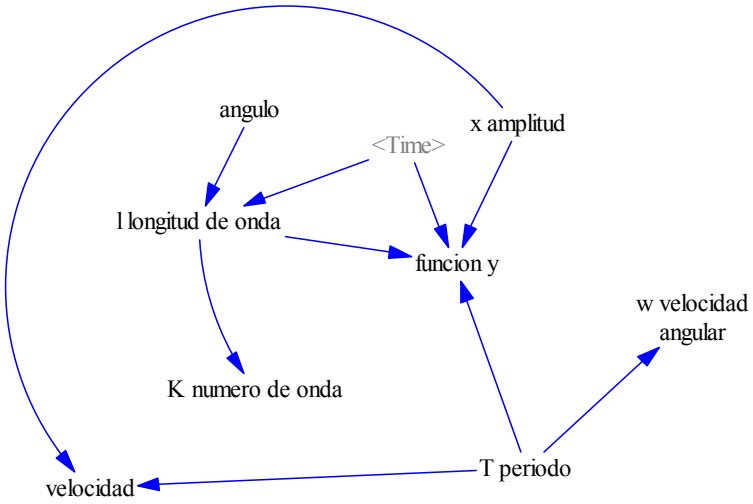
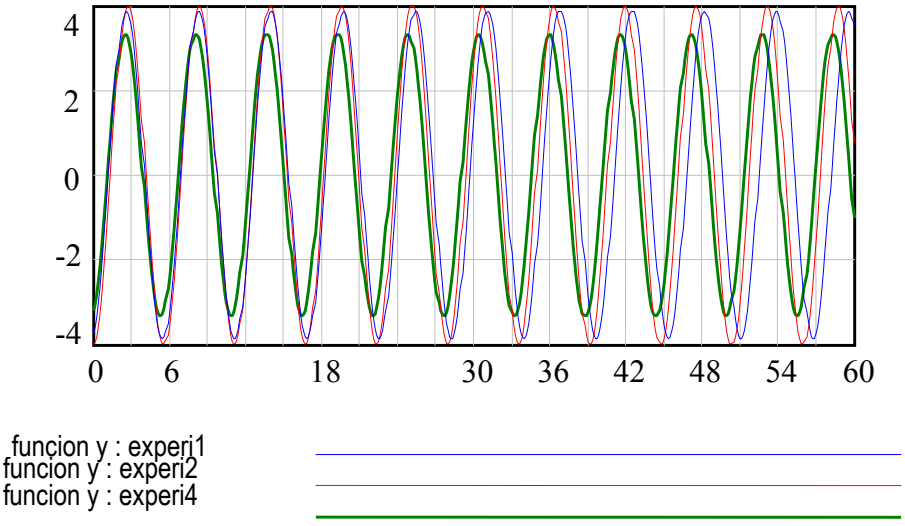


Figura 3: Diagrama de Forrester del M.A.S.

Este modelo permite mediante los resultados obtenidos en la experiencia, aplicarla a la solución de la Transformada de Laplace que oscila respecto al tiempo en una amplitud de 4(cm), donde si son menores de éste valor indica que la señal se amortigua (curva verde), si es igual a éste valor la señal se mantiene (curva roja) y si es mayor que éste valor se amplifica (curva azul) (Figura 4).



Preguntas disparadoras antes de la experiencia					
Curso con TIC's			Curso sin TIC's		
Cantidad de alumnos: 63			Cantidad de alumnos: 58		
1	uniforme	65,079	1	uniforme	55,172
	oscilatorio	25,397		oscilatorio	34,483
	ns/nc	9,524		ns/nc	10,345
	total	100		total	100
2	constante	25,397	2	constante	31,035
	variable	61,905		variable	56,896
	ns/nc	12,698		ns/nc	12,069
	total	100		total	100
3	constante	95,238	3	constante	79,31
	no const.	4,762		no cons.	20,69
	total	100		total	100

Figura 4: Simulación dinámica de la amplitud de oscilación de la onda.

Con este resultado se llega a corroborar tanto el resultado matemático como experimental, posibilitándoles a los alumnos a realizar una simulación sencilla en la que ellos pueden

observar distintas gráficas para diferentes valores de amplitud en función del tiempo y a partir de ello establecer conclusiones.

Conclusión

En este trabajo, se muestra la estrategia didáctica aplicada a la interpretación del concepto matemático de la Transformada de Laplace, que lleva al alumno a comprender y construir sus propias ideas del porqué de las expresiones matemáticas de ésta transformada. Por otro lado, enfatizamos que la modelización matemática, la simulación computacional y la experiencia de laboratorio, revisten gran importancia en la explicación científica de fenómenos físicos que llevan a comprobar la validez del desarrollo teórico, y su conocimiento resulta ineludible en la interpretación de los fundamentos de diversas aplicaciones interdisciplinarias.

Bibliografía

Aduriz-Bravo, A; Izquierdo-Aymerich, M. (2009), Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales *REIEC*, Año 4 Nº Especial 1 pp 40-49

Boice W.E., Diprima R.C. (1997). *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Editorial Limusa Wiley. (3ª Edición)

Coria H.D., Velazco A.C., Navarro S.I., Juarez G.A., Leguizamón G. N. (2010) *Simulación Dinámica del valor local de la gravedad*. Boletín de Dinámica de Sistemas – ISSN 1988-7207 – España.

García, M. J. (2002) *Dinámica de Sistema.* Universitat Politécnica de Catalunya. Cátedra UNESCO. Editorial UPC.

Glyn J. (2002) *Matemáticas avanzadas para ingeniería.* Editorial Prentice-Hall (2° Edición).

Juarez G. y Navarro S. (2005). *Ecuaciones en Diferencias con aplicaciones a Modelos en Sistemas Dinámicos.* Editorial Sarquís - Catamarca

Kreiszig Erwin (2001). *Matemática avanzada para ingeniería* (Tomo I). Editorial Limusa Wiley (3° Edición).

Serway, F (2001). *Física.* Editorial Prentice- Hall (5º Edición)

Spiegel M. (1994). *Transformada de Laplace*. Editorial McGraw-Hill

Articulando Contenidos, Integrando Conocimientos: Efectos de Campos Magnéticos sobre el Crecimiento de *Saccharomyces cerevisiae*

Cayetano, María C.; Gerard, L.; Perlo, F.; Ferreyra, M.; Fabre, R.; Osmetti, J.; Soldá, C.; Heredia, M.; Parma, F.

Facultad de Ciencias de la Alimentación.

cayetanoc@fcal.uner.edu.ar

Resumen

Se propone abordar un problema de aplicación a la Ciencia y Tecnología de los Alimentos desde una perspectiva CTS, integradora de los conocimientos desarrollados en Física II, Microbiología General y Estadística, de la carrera Ingeniería de Alimentos. Se planteó generar campos magnéticos pulsantes de baja intensidad, aplicarlos a cultivos de *Saccharomycescerevisiae* para estudiar el efecto sobre su crecimiento,y utilizar conocimientos de diseño de experimentos y análisis de datos mediante software estadístico para la interpretación de los resultados.Se aplicaron campos magnéticos oscilantes de baja intensidad y alta frecuencia a cultivos de las levaduras

seleccionadas, durante tiempos desde 30 hasta 180 segundos (cada 30 segundos).Los ensayos se realizaron por triplicado, dejando muestras testigos, aplicando un diseño factorial de un factor a 7 niveles. Los datos de crecimiento fueron procesados en clase de Estadística aplicando la herramienta de Análisis de la Varianza. Cada grupo presentó un informe que fue evaluado por los docentes de las asignaturas intervinientes. La generación de campos magnéticos de baja intensidad y alta frecuencia abre un espectro de posibilidades de aplicación a otros microorganismos, y otros tratamientos de estimulación de crecimiento.

Palabras Clave: Cultivos; Crecimiento; Análisis de Varianza; Intensidad de campo magnético.

Fundamentos

El presente es un trabajo interdisciplinario que articula conocimientos de Física II, Microbiología General y Estadística, asignaturas del Cuarto Módulo de la carrera Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos. En la formación de ingenieros de alimentos, los estudiantes de los dos primeros años de la carrera reciben una formación de base, con contenidos tradicionales fuertes centrados en el estudio de química, matemática, física, biología. La mayoría de los estudiantes se encuentran "ansiosos" de llegar a las asignaturas específicas, donde, "por fin vean algo de alimentos". Esta actitud es "contenida" por los docentes con la convicción de que primero hay que manejar los conceptos básicos, conocer y manejar las herramientas para después aplicarlas en los contenidos específicos. Pero si fuera cierto que en la formación del científico

es necesaria una larga iniciación en su campo del conocimiento desde edades relativamente tempranas no cabría pensar que el científico pueda innovar ni trabajar en campos novedosos (Gordillo, 2003). En esta línea de acción, proponemos actividades de aplicación de tecnología de alimentos, planteadas desde un enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS), donde se proponen temas que sólo pueden interpretarse desde una mirada interdisciplinaria, integrando conocimientos, aunque los contenidos específicos que involucran muchas veces trascienden los "límites" establecidos en los programas de tal o cual asignatura. El diseño de estas actividades requieren una cuidadosa planificación por parte del grupo docente: la selección del problema, los contenidos específicos de cada asignatura que se pueden aplicar, las actividades a desarrollar, la coordinación de los grupos de trabajo, las consultas para guiar las investigaciones, las formas de evaluación, los tiempos que los estudiantes deberán destinar a las mismas. Otra dimensión que enriquecen este tipo de propuestas es la consideración de las variables sociales en los procesos de aprendizaje: la interacción entre los estudiantes. Esta participación en actividades colaborativas consituye un mecanismo que permite la aparición de nuevas respuestas que no habrían podido ser logradas individualmente, siendo estas estrategias de potente valor didáctico (Camillioni *et al*, 2007).

En la industria alimentaria, los microorganismos pueden cumplir roles positivos y/o negativos. Por un lado pueden ser usados para la producción de variados alimentos derivados de su biotransformación (procesos biotecnológicos) y por otro pueden ser la causa de la alteración de muchos otros alimentos y aún provocar toxiinfecciones alimentarias.

La evaluación de los parámetros cinéticos de crecimiento microbiano son las herramientas básicas para llevar

a cabo, con éxito los procesos biotecnológicos en laboratorio, puesto que permiten predecir el desarrollo de la fermentación y evaluar los rendimientos y las productividades en los procesos.

Los efectos que los campos magnéticos ejercen sobre el crecimiento celular han sido estudiados desde el punto de vista biofísico, pero su aplicación a la biotecnología no ha sido estudiada de forma profunda (Zapata *et al*; 2002). Estos efectos pueden ser: inhibitorio, estimulatorio o no observable (Barbosa-Cánovas *et al*, 1999). Los efectos de estimulación o inhibición de los campos magnéticos se han atribuido a cambios en la orientación de las biomoléculas (proteínas), cambios en las biomembranas (lipídicas y plasmáticas), alteraciones del flujo de iones a través de la membrana plasmática y/o cambios en la estructura de las biomoléculas. Los mecanismos por los cuales los campos magnéticos afectan el desarrollo de los microorganismos están sin esclarecer completamente, pero se interpreta que se desarrollan por efecto sobre la membrana plasmática, con posibles repercusiones metabólicas y acción directa sobre las partículas coloidales del medio de cultivo. Se han propuesto varias teorías para explicar el efecto de los campos magnéticos débiles sobre los organismos y todas hacen mención de un fenómeno denominado la resonancia del ciclotrón, como uno de los responsables de dichos efectos (Zapata *et al.,* 2005*;* Goldsworthy *et al.; 1999.)*

Un efecto positivo sobre los parámetros cinéticos de crecimiento, permitiría disminuir los tiempos y aumentar los rendimientos y las productividades de procesos industriales como, la producción de levadura para panificación, cerveza, vino, lácteos fermentados y un sinnúmero de procesos biotecnológicos de la industria alimentaria.

Los objetivos de este trabajo fueron observar el efecto estimulante de la aplicación de campos magnéticos pulsantes de

baja intensidad y alta frecuencia a cultivos de *Saccharomycescerevisiae*, en diversos tiempos de aplicación y aplicar conocimientos de diseño de experimentos y análisis de datos mediante software estadístico para la interpretación de los resultados. A su vez, se pretende estimular la adquisición de competencias técnicas y profesionales, promoviendo el trabajo colaborativo entre grupos de pares para potenciar aprendizajes significativos, y promover el trabajo interdisciplinario entre docentes de la carrera Ingeniería de Alimentos, permitiendo el diseño de estrategias de enseñanza que motiven la participación de los estudiantes en actividades orientadas a comprender las interacciones entre ciencia tecnología y sociedad.

Metodología de Trabajo

Se presentó la situación problema abordada desde cada cátedra:

Desde Física II se planteó el tema "Utilización de Campos Magnéticos en Ciencia y Tecnología de los Alimentos". Se propuso a los estudiantes reunirse en grupos para realizar una investigación bibliográfica tendiente a indagar acerca del tema, para luego exponer los conocimientos logrados ante sus pares. Se presentó (por parte del docente) y se discutió el diseño del dispositivo experimental propuesto para generar los campos magnéticos en laboratorio.

Por su parte, en Microbiología General se profundizó en el aprendizaje del tipo de reproducción de las levaduras en general y de *Saccharomycescerevisiae*en particular, el medio de cultivo que proporcione los nutrientes adecuados para su crecimiento y las condiciones ambientales apropiadas para su metabolismo energético. Por otra parte se evaluó cual sería el

método de medición del crecimiento que mejor se adapta para la experiencia. La técnica más adecuada para medir la masa celular de los microorganismos unicelulares es un método óptico que consiste en medir la cantidad de luz difractada por una suspensión de células, ya que las partículas pequeñas difractan la luz, dentro de ciertos límites, de manera proporcional a su concentración (Stanier*et al*, 1996).

En las clases de Estadística se trabajó sobre los diversos diseños experimentales, el correcto análisis de los resultados en cada caso y la interpretación de los mismos.

Actividad experimental

Una cepa de *S. cerevisiae,* se inoculó en caldo extracto de malta (extracto de malta 3%, peptona 0,5%). Los cultivos se distribuyeron en tubos para la posterior aplicación del campo magnético.

Se aplicaron campos magnéticos oscilantes de baja intensidad y alta frecuencia. Estos campos se generaron con "bobinas de Helmmoltz", que se representan en el diagrama mostrado en la figura 1:

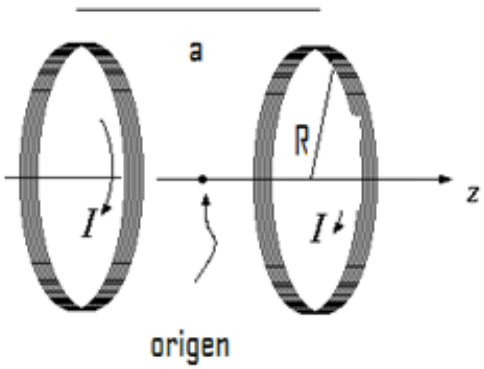


Fig. 1- Esquema de las bobinas de Helmmoltz utilizado para generar el campo magnético.

Estas bobinas están construídas con el mismo número de vueltas, separadas una distancia **a.** Cuando por ambas bobinas circula la misma corriente **I**, en el mismo sentido, y el radio **r** es igual a la distancia entre las bobinas **a,** entre ambas bobinas se genera un campo magnético uniforme. El campo magnético resulta, según la ecuación (1)

$$B = \frac{8}{5^{3/2}} \frac{\mu_0 N I}{r} \qquad (1)$$

Donde:

B = intensidad del campo magnético (T)

μ_0 = permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \times 10^{-7}$Tm/A)

N = número de vueltas de las bobinas

I = corriente que circula por las bobinas (A)

r = radio de las bobinas (m)

Basados en las referencias bibliográficas consultadas (Zapata *et al*, 2002) y experiencias previas, seleccionamos la combinación de 100 kHz de frecuencias, forma de onda

cuadrada, y se aplicaron tiempos de tratamiento desde 30 hasta 180 segundos.

Los tubos sometidos a los distintos tratamientos se incubaron a 30 ºC durante 48 horas. Para cuantificar el crecimiento microbiano se midió la densidad óptica ($DO_{\lambda\ 620}$) con espectrofotómetro SHIMAZU UV 1603. Al inicio, se midió la DO del caldo sin inocular y del caldo recién inoculado. Al cabo de 48 horas de incubación se hizo lo propio con los cultivos sometidos a cada uno de los tratamientos con campo magnético.

Los datos de crecimiento fueron procesados en clase de trabajos prácticos de Estadística, aplicando la herramienta de Análisis de la Varianza con el programa StatgraphicsCenturion

Resultados

Para generar el campo magnético oscilante, utilizamos un generador de señales, que permitió seleccionar la frecuencia y forma de la onda.

Las bobinas fueron conectadas al generador de onda cuadrada, se seleccionó una frecuencia de 100 KHz y se midió la corriente que circulaba que fue de 0,2 A. El radio de las bobinas construídas en el laboratorio de la facultad, fue de 10 cm y cada una contenía 30 vueltas. El campo magnético resultante fue calculado en base a la ecuación 1, y resultó de $5{,}4 \times 10^{-5}$ T (0,54 Gs).

Una vez finalizada la experiencia en el laboratorio los alumnos procesaron los datos obtenidos con el paquete StatgraphicsCenturion XV.

En primer término verificaron la ausencia de valores anómalos con el gráfico de caja y bigotes, posteriormente

realizaron un análisis de la varianza (ANOVA) unifactorial y a continuación la verificación de supuestos del mismo. Se les propuso trabajar con un nivel de significancia de 0,05.

De acuerdo con el resultado del ANOVA se puede concluir que, en las condiciones de la experiencia, los tiempos estudiados no afectan significativamente (P=0,7729) el crecimiento de *Saccharomysescerevisiae*.

Los valores medios y desviación estándar para cada tratamiento se informan en la tabla 1.

Tiempo de exposición (seg)	Absorbancia
0	2.88 ± 0.02
30	3.17 ± 0.41
60	2.98 ± 0.21
90	3.03 ± 0.05
120	2.80 ± 0.51
150	3.05 ± 0.23
180	3.00 ± 0.20

Tabla 1. Valores de absorbancia obtenidos según los distintos tiempos de exposición de Saccharomysescerevisiaea un campo magnético.

Estos resultados permitirán plantear tratamientos combinando otros valores de frecuencia, intensidad del campo y tiempos, así como probar diferentes composiciones en el medio de cultivo para evaluar la influencia de electrolitos en el medio. Se ha reportado que existen diversas combinaciones de las variables en estudio que puedan estimular el crecimiento de la

levadura, que deberán ser encontradas, en base a diseños experimentales que permitan optimizar estas combinaciones (Zapata, 2002). Para aplicar campos magnéticos de otras frecuencias deberá optimizarse el diseño de las bobinas a fin de lograr la máxima transferencia de energía.

En esta experiencia participaron 42 alumnos, que se organizaron en grupos de 6 estudiantes. Cada grupo presentó un informe escrito con las actividades desarrolladas. De la lectura de los informes, se observó mucho énfasis en el análisis y descripción de los aspectos experimentales. Esta actividad les permitió a la mayoría de los estudiantes por primera vez medir absorbancias en un espectrofotómetro; debieron familiarizarse con el manejo del mismo, que les despertó mucho interés, aunque los fundamentos teóricos de los fenómenos todavía no han sido estudiados. Algunos también por primera vez manipularon una micropipeta para efectuar diluciones de las muestras antes de medir su absorbancia. Los aspectos del diseño de las bobinas y la manera de realizar las conexiones entre los equipos también los motivó a discutir sobre los efectos que se producían. Sin embargo, notamos en general pocas referencias bibliográficas, -la mayoría registraron las sugeridas por las cátedras- así como escasa discusión de los resultados experimentales, poca argumentación en las mismas. Esto nos lleva a concluir que deberíamos trabajar en estos aspectos, para que estas experiencias los acerquen cada vez más a la forma de producción del conocimiento que caracteriza a las actividades científicas, hacer énfasis en la formulación de hipótesis y en la argumentación de las discusiones sobre los resultados experimentales. El tema elegido, los "efectos de los campos magnéticos" permitió una amplia discusión sobre temas como efectos de las torres de alta tensión, de la estación transformadora instalada en el centro de la ciudad, pero resultó

novedoso para los estudiantes la posibilidad de generar efectos de estimulación sobre el crecimiento de microorganismos.

Conclusiones

Se abordó un problema de aplicación a la Ciencia y Tecnología de los Alimentos desde una perspectiva integradora de los conocimientos teóricos desarrollados en las asignaturas Física II, Microbiología General y Estadística. Se promovió el trabajo colaborativo entre grupos de pares para potenciar el logro de aprendizajes potentes, significativos, en contexto. El trabajo propuesto permitió a los estudiante analizar cómo puede generarse un campo magnético oscilante en laboratorio, aplicarlo sobre muestras de *Saccharomycescerevisiae*, cuantificar el desarrollo del cultivo midiendo su absorbancia, analizar datos experimentales utilizando herramientas estadísticas.

Los resultados demostraron que en los tratamientos aplicados no se observaron efectos sobre el crecimiento de las levaduras estudiadas. Estos resultados se discutieron con los estudiantes, destacando el hecho de que en la investigación científica los resultados válidos son los que se logran aplicando herramientas de diseño experimental y lo "esperado" no siempre se comprueba.

Bibliografía

BARBOSA-CÁNOVAS; G.; E. Palou; U. Pothakamury; B. Swamson (1999) *Conservación no térmica de alimentos*. Madrid. Acribia.

CAMILLIONI, Alicia R.W. de.; COLS, E.; BASBE, L.; FEENEY, S. (2007).El saber didáctico. Buenos Aires. Paidós.

GORDILLO; M. M.(2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias**.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* Vol. 2, Nº 3, 377-398. GOLDSWORTHY; A.; H. Whitney; E. Morris (1999). Biological effects of physically conditioned water.*Water Research.*Vol. 33, No. 7, (1618-1626).

NOVÁK; Jan, LuděkStrašák, LukášFojt, Iva Slaninová, VladimírVetterl (2007).Effects of low-frequency magnetic fields on the viability of yeast *Saccharomyces cerevisiae*.*Bioelectrochemistry*70 115–121.

MILLER, I. R.; J. E. Freund; R. Jonson (1992).*Probabilidad y estadística para ingenieros*. 4ª ed. México, Prentice Hall.

MONTGOMERY, D. C. y G. C. Runger (1998). Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería.1ª ed. México, McGraw Hill.

OLIVEIRA SANTOS, L.; R. Monte Alegre; C. Garcia-Diego; J. Cuellar (2010). Effects of magnetic fields on biomass and glutathione production by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*.*Process Biochemistry,* 45, 1362–1367.

MOSCA, G.;TIPLER, P.(2010). Fisica para la ciencia y la tecnología. Vol II. Reverte.

RUIZ-GÓMEZ, M.J.; M. I. Prieto-Barcia; E. Ristori-Bogajo; M. Martínez-Morillo (2004). Static and 50 Hz magnetic fields of 0.35 and 2.45 mT have no effect on the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioelectrochemistry* 64, 151– 155.

STANIER, R.; INGRAHAM, J.; WHEELIS, M.; PAINTER, P.(1996). Microbiología. 2ª. Edición. Barcelona, Reverté.

ZAPATA, J. E.; G. Moreno; E. J. Márquez (2002). Efectos de los campos magnéticos sobre el crecimiento de *Saccharomycescerevisiae*. *Interciencia.* Vol. 27, núm. 10, 544-550.

ZAPATA, J.E.; R. M. Hoyos; L. A. Quinchía (2005). Parámetros cinéticos de crecimiento de *Saccharomycescerevisiae*en presencia de un campo magnético variable de baja intensidad y alta

frecuencia. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica.* ISSN 0121-4004 Vol. 12, núm. 1, 39-44.

Capacitación Docente en Tecnología Nuclear

Genini, Eduardo[1]; Idoyaga, Ignacio[2,3]; Martín, Dante[1]; Torti, Horacio[3]; Lorenzo, Gabriela[2,4].

1: Comisión Nacional de Energía Atómica.
2: Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica,
Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.
3: Cátedra de Física, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.
4: CONICET
eduardogenini@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta un trayecto capacitador sobre un tema de alta importancia para el desarrollo socioeconómico del país, la tecnología nuclear. Se presenta una estrategia para la capacitación a distancia de profesores de nivel secundario. El proyecto consiste en un conjunto de siete módulos que serán impartidos a través de la plataforma MOODLE que incluyen el diseño de guías didácticas para su posterior transferencia a la práctica áulica. Se plantean los

cuestionamientos y fundamentos que aparecieron durante su desarrollo.

Palabras Clave: Tecnología nuclear; Capacitación docente; Educación a distancia.

Introducción

La Física Nuclear, que trata sobre la estructura, propiedades y transformaciones de los núcleos atómicos, es una disciplina que cuenta apenas con un siglo de antigüedad. Los descubrimientos de los rayos X en 1895 y de la radiactividad natural en 1896 marcaron el comienzo de esta rama de la ciencia cuyo enorme potencial de transferencia implicó el surgimiento de un creciente y variado grupo de tecnólogos que protagonizaron una profunda transformación de los medios de producción.

La enseñanza de los temas vinculados con la tecnología nuclear es de importancia estratégica para el desarrollo de las naciones, lamentablemente en nuestro ámbito no se cuenta con una amplia tradición al respecto en la escuela media. El conocimiento de esta particular tecnología, ha permitido a las sociedades modernas disponer de energía nuclear, aplicaciones médicas, aplicaciones industriales y métodos para el procesamiento de alimentos. Sin embargo, suele asumirse que todo lo referido a la tecnología nuclear tiene una connotación negativa (Bogas, 2008). Esto sumado al desconocimiento por falta de fuentes fidedignas, propicia que el docente reproduzca en las aulas información que muchas veces es incorrecta o está distorsionada.

Al menos parte del problema se debe a que en el nivel secundario es escasa la bibliografía que ayude al docente a trabajar los temas referidos a la tecnología nuclear dentro del aula. Los abordajes que el docente puede realizar a partir de estas fuentes son muchas veces incompletos o hasta incluso erróneos (Solbes y Vilches, 1992). Debido a esto surge la necesidad de instrumentar instancias de formación docente que permitan a los profesores hacer propios los temas relacionados con la tecnología nuclear, comprender las dificultades de su enseñanza y poder así, incluirlos en la currícula.

Hoy, en nuestras escuelas no hay disponible material específico especialmente elaborado que sea de utilidad para el desarrollo de las clases, los pocos apartados en que los libros de texto y manuales que abordan la temática nuclear lo hacen de manera superficial, no muestran exactitud conceptual o no reflejan cabalmente la complejidad y la variedad de recursos que ofrece esta tecnología. Si a esta situación se le suma que los profesores de física deben desplazarse de una institución educativa a otra para poder cubrir sus horas docentes y por tanto disponen de escaso tiempo para capacitarse y actualizarse, el problema es aún mayor.

En este sentido, y para contribuir a una mayor y mejor alfabetización en materia de tecnología nuclear es que se propone la implementación de un proyecto de educación a distancia, como alternativa de formación viable para aquellos docentes que no pueden asistir a una capacitación presencial.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), desarrolló distintas acciones tendientes a divulgar ciertos aspectos sobre la energía nuclear y también sus aplicaciones en medicina, industria y agro. Estas iniciativas siempre fueron aisladas y poco planificadas, por lo que no resultaron de utilidad para el profesorado, que las veían como un aporte aislado y sin

posibilidades de integrarlo en su práctica. Es por eso, que en esta oportunidad se pensó la capacitación como un proyecto coordinado a partir del modelo de enseñar enseñando (Lorenzo, 2012), destinado a profesores de educación secundaria que dicten las asignaturas fisicoquímica, física y química.

En una primera etapa, la capacitación se ofrecerá hacia fines del 2013 a los docentes de la provincia de Formosa, cuyo gobierno provincial mostro particular interés en llevar el proyecto a la práctica. Esta experiencia será entendida como una prueba piloto que permitirá la revisión y el ajuste de la propuesta. Luego de terminada la evaluación del funcionamiento del proyecto, se prevé extenderlo a los docentes del resto del país.

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño del proyecto tendiente a formar en tecnología nuclear a docentes de nivel medio, ofreciendo, además, recursos de calidad para ser empleados en la práctica áulica.

Propuesta pedagógica

El proyecto presentado propone la implementación de un sistema de educación a distancia para capacitar a docentes de nivel medio en tecnología nuclear, pretendiendo que los profesores:

1. Adquieran conocimientos sobre la tecnología nuclear.
2. Conozcan el proceso de fisión y sus derivados.
3. Adquieran conocimientos sobre las aplicaciones de la energía nuclear.
4. Realicen sus propias guías didácticas para implementar en sus propias clases.

5. Aprendan a utilizar tecnologías informáticas y multimediales en el desarrollo de sus clases.

Se decidió implementar un modelo de e-learning de formación asistida, considerando que resulta de utilidad el acompañamiento de un tutor que guíe a los estudiantes en los diferentes módulos y oriente respecto a las actividades a realizar. Por las características propias del tema abordado se pueden generar dudas e inquietudes que necesitan de la presencia de algún referente con mayor experiencia para trabajarlas en profundidad. Para establecer este mecanismo de consulta se abrirá un foro por cada módulo donde se elaboraran las inquietudes de los participantes.

La capacitación se organizará a través de una plataforma virtual en módulos en donde cada tema será introducido en video y contendrá actividades y recursos para el desarrollo del tema. Cada módulo incluirá actividades de autoevaluación y para completar el curso se deberá presentar un trabajo final integrador.

Todo el trayecto capacitador tiene una duración de siete semanas y una jornada optativa final integradora. El temario del curso y la planificación se muestra en la Tabla 1.

Modulo 1: Principios básicos sobre materia y energía.	La Materia. Estados de la materia. El Átomo. Isotopos y radioisótopos. Radiactividad. Radiación y radiación ionizante. Radiación alfa, beta y gama. Partícula alfa. Periodos de semidesintegración. Radiación natural. *Duración del módulo: 1 semana*
Módulo 2: El proceso de fisión y el ciclo de combustible.	El proceso de fisión. Enriquecimiento de uranio. Reactor nuclear. Producción de electricidad. El ciclo del combustible nuclear. *Duración del módulo: 1 semana*
Modulo 3: Radiofármacos.	Producción de radiofármacos. Su utilización en prevención y tratamiento. *Duración del módulo: 1 semana*
Módulo 4: Aplicaciones de la Energía Nuclear.	Producción de electricidad. Esterilización de plagas, Irradiación de alimentos. Conservación de documentos. Medicina forense. Medicina nuclear *Duración del módulo: 2 semanas*
Modulo 5: Actividades para la clase.	Realización de actividades para el aula. Utilización de recursos 2.0. Ejemplo de aplicación de secuencias didácticas para el docente. *Duración del módulo: 1 semanas*
Trabajo práctico integrador:	Al finalizar el curso se presentará un trabajo práctico que integre los contenidos de las unidades desarrolladas. *TP Integrador: duración 1 semana*
Instancia presencial integradora:	Realización de jornada con presencia de profesional de CNEA integrando los conceptos desarrollados durante la capacitación. Recorrido guiado por laboratorios, reactor nuclear y Edificio Tandar (estas visitas dependerán de la disponibilidad de las distintas áreas) *Duración: 4 horas*

Tabla 1. Organización del Trayecto Capacitador

Una de las características que propone este curso es la participación de reconocidos profesionales de alto prestigio en el área que se desempeñan en el Instituto Balseiro perteneciente a la CNEA en varios módulos. Adoptando este mismo criterio de búsqueda de calidad en el tratamiento de los temas, los módulos referidos a radiofármacos y algunos aspectos de medicina nuclear contaran con la participación de docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

Se establecerá un tutor por cada módulo para grupos de no más de quince cursantes, que será el responsable del seguimiento de las actividades realizadas por los docentes y de resolver sus dudas e inquietudes durante la realización del curso mediante foros dentro de cada uno de los módulos para promover el aspecto comunicacional.

Esta capacitación ofrecerá instancias presenciales optativas para integrar y complementar lo realizado en el curso, entre las cuales se destacan las conferencias y debates con especialistas en el área, visitas guiadas al centro atómico constituyentes y a los laboratorios de la Facultad de la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Teniendo en cuenta los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) del diseño curricular de cada jurisdicción, podrá incluirse una módulo más destinado a reflexionar sobre el diseño y la inclusión de estas temáticas en la práctica escolar del nivel secundario, incorporando actividades con simuladores realizados en javascript y también la incorporación de realidad aumentada en la explicación y demostración de diversos temas.

Los materiales didácticos para este proyecto se destacan por la presencia de audiovisuales para la introducción de cada tema de siete a diez minutos máximo de duración que incorporan la captura de lo desarrollado en una tableta

digitalizadora. También se incluirán textos en formato PDF, que servirán de apoyo y complemento a la explicación brindada en video.

Se utilizará la herramienta cuestionario al final de cada módulo para generar autoevaluaciones que permita a los participantes medir los conocimientos adquiridos.

Arquitectura Técnica

El proyecto requiere la instalación de un campus virtual. El proveedor de hosting que brinda el servicio de alojamiento de la web institucional hará la instalación y el soporte de la plataforma Moodle.

El objetivo del curso no es ser masivo, estimamos que por cada edición se puedan anotar alrededor de 30 o 35 docentes por lo que no hay mayores requerimientos sobre ancho de banda necesario.

Se necesitará una PC para los tutores con una configuración que permita la correcta navegación web. Los participantes del curso podrán acceder desde PC o cualquier dispositivo móvil, notebook, tablets o smart pone, para asegurar la visibilidad de los recursos en todos los dispositivos no se armará contenido en flash por no ser compatible.

Modo de evaluación

Al finalizar cada módulo el participante se encontrará con un cuestionario de autoevaluación. Cuestionario con preguntas de emparejamiento, múltiple choice y respuestas

abiertas. Se evaluará y se realizara la devolución al estudiante de su participación en los foros, teniendo en cuenta la pertinencia en la participación de los temas.

Para acreditar el curso se deberá aprobar las autoevaluaciones, configuradas para establecer un promedio a partir de los intentos realizados, y se deberá entregar, al finalizar el curso, un trabajo integrador sobre los temas desarrollados durante la capacitación.

Discusión y Perspectivas

Resulta claro que el interés del Estado en alcanzar altos niveles de desarrollo tecnológico nuclear que ayuden a garantizar, no solo la independencia energética del país, sino también su posicionamiento como productor de ciencia y tecnología; no puede estar disociado de la preocupación por la enseñanza de la Física en general y de tecnología nuclear en particular.

La formación del profesorado y su vinculación con los científicos y tecnólogos se constituye en una necesidad de crucial importancia, la cual deben ser atendida por los Instituciones que se dedican a la formación docente; sin desmérito de involucrar otros organismos del estado como la CNEA y la Facultad de Farmacia y Bioquímica; que sin duda, pueden aportar como referentes en estos campos específicos.

La elección de una modalidad de educación a distancia permite democratizar el acceso a todos los docentes que ejercen en zonas alejadas de las grandes urbes. Por otro lado el uso de tecnologías de la información y la comunicación en este trayecto capacitador está en consonancia con las políticas de educación pública que se vienen llevando adelante.

Por último, luego de revisar y ajustar el funcionamiento de la propuesta un desafío no menor será lograr adaptar el proyecto para llevarlo a escuelas con altos índices de vulnerabilidad. Es menester garantizar que la educación nuclear sea para todos, en todo contexto.

Bibliografía

Bogas, José Damián (2008). *La energía nuclear en el marco de las fuentes energéticas.* Economía industrial, 369, pp. 75-86

Lorenzo, M. Gabriela (2012). *Los formadores de profesores: el desafío de enseñar enseñando*. Profesorado: Revista de Currículum y Formación del profesorado, 16 (2), pp. 295 - 312.

Solbes, J. y Vilches, A. (1992). *El modelo constructivista y las relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad*. Enseñanza de las ciencias, 10 (2), pp. 181 – 186.

¿Cómo Desarrollo los Laboratorios si mis Clases son Numerosas? Clases Interactivas Demostrativas: Una Posible Solución

Dima, Gilda Noemí.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa.

dimascari@cpenet.com.ar

Resumen

La estrategia experimental que aquí se presenta plantea un cambio en el laboratorio tradicional, realizado de tal manera que promueva el Aprendizaje Activo de la Física. Se propone una Clase Interactiva Demostrativa especialmente diseñada para un auditorio numeroso, en ella todos los estudiantes se involucran en el proceso de su propio aprendizaje.

La experiencia está pensada para estudiantes de Física Básica Universitaria y tiene por objetivo que los alumnos comprendan la experiencia y los resultados alcanzados, partiendo de lo que ellos ya saben para construir o modificar, en caso de ser necesario, los esquemas que ya traen. Esta metodología de

trabajo constructivista pretende replantear el trabajo de laboratorio de manera de integrar conceptos, procedimientos y actitudes en quienes lo desarrollan.

Recurriendo a una simulación sencilla se plantea estudiar la dependencia de la corriente eléctrica y el potencial eléctrico en un circuito simple: la Ley de Ohm.

Palabras Clave: Aprendizaje Activo de la Física; Simulaciones; Clase Interactiva Demostrativa; Física Básica Universitaria.

Introducción

Las experiencias de laboratorio contribuyen de manera importante al aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal de nuestros estudiantes, sin embargo existen investigaciones que reflejan que los objetivos anteriores no se alcanzan (Redish, 2004). Como posibles respuestas podemos decir que los trabajos de laboratorio tradicionales, generalmente, no ofrecen procedimientos relacionados con la actividad científica y no aportan modificaciones a las estructuras cognitivas de quienes las llevan adelante (Redish ob cit., 2004; McDermott y Shaffer; 2001; McDermott, 1990). Las prácticas de características tradicionales son vistas por docentes y alumnos como verdaderas etapas de "verificación" de leyes y/o resultados, donde el estudiante desempeña un rol pasivo (Petrucci et al., 2006). Por ello, quienes trabajamos en ciencias naturales tenemos el deber de revisar estas prácticas.

Es posible, basándonos en una visión constructivista de la enseñanza, ayudar en tal revisión favoreciendo tanto el rol activo de quien aprende como su interés en el proceso de

aprendizaje. Es necesario entonces buscar alternativas para motivar a los estudiantes en la tarea experimental y permitir que sean ellos los protagonistas de la tarea y el docente quien los guíe en ese camino.

En este marco se presenta, en base a una estrategia didáctica constructivista de Aprendizaje Activo de la Física, una experiencia simulada sobre Ley de Ohm que contribuya favorablemente al aprendizaje conceptual, partiendo de lo que el alumno ya sabe para ir construyendo o modificando en caso de ser necesario, los esquemas que ya trae (Benegas et al., 2011; Sokoloff et al., 2010; Redish ob cit., 2004; Ausubel et al., 1976). Las ideas previas juegan un papel de suma importancia a la hora de planificar nuestra tarea de aula; podemos reflotarlas a partir de cuestionarios, pre test, discusión en pequeños grupos, cuestiones, etc.

Sería recomendable que la experimentación junto al resto de las actividades que se planifiquen, responda a los avances tecnológicos de la época así como a la complejidad y heterogeneidad del contexto social en el cual trabajemos (Litwin, 2005; Mellado Jiménez, 2004; Campanario, 2003). El uso de la computadora y un software adecuado puede favorecer un aprendizaje significativo, extendiendo y ampliando los procesos cognitivos de los alumnos.

Se han realizado estudios comparativos entre grupos que integran las TIC a sus actividades y otros que no lo hacen y han mostrado mejores resultados los primeros (Litwin, ob cit., 2005; Coicaud, 2000). Ésto se debe a la capacidad motivadora de los recursos no convencionales y por el alto grado de alfabetización digital que poseen los jóvenes (Raviolo et al., 2011; Salinas, 2004).

Las simulaciones, también llamadas applets, tienen la particularidad de ser interactivas y permiten modelizar el fenómeno en estudio para facilitar la comprensión (Marco-Stiefel, 2006). Ellas proporcionan una representación dinámica del funcionamiento de un sistema determinado, permitiendo la visualización tanto de procesos simples como complejos, su evolución y las interacciones entre los diversos elementos que lo integran (Pontes Pedrajas, 2005).

Bohigas, Jaén y Novell (2003) señalan que las simulaciones sitúan al alumno en un contexto semejante al real, con posibilidad de interactuar con el mismo, facilitando la resolución de problemas complejos y promoviendo la búsqueda de nuevos aspectos sobre la temática.

En el caso de la clase tradicional es el profesor quién responde inmediatamente a las inquietudes y problemas de los estudiantes mientras que el uso del applet promueve a que los estudiantes por sí solos sean capaces de obtener las respuestas y abordar nuevas problemáticas que ellos mismos se planteen a partir de la manipulación de la simulación.

En este trabajo se propone una modificación en una experiencia de laboratorio tradicional, realizado de tal manera que promueva el Aprendizaje Activo de la Física. La tarea experimental tiene por objetivo estudiar la dependencia de la corriente eléctrica y el potencial eléctrico en un circuito simple: la Ley de Ohm.

Marco Teórico

Como propuesta para contribuir al cambio de perspectiva del laboratorio tradicional, se presenta la tarea experimental respondiendo a las características del aprendizaje activo, donde el centro de atención se sitúa en quien aprende: *el alumno como responsable de su propio aprendizaje* (Benegas y Villegas, 2006).

Las estrategias de Aprendizaje Activo respetan tres etapas fundamentales:

- ***Predicción*:** en ella se ponen en evidencia las ideas previas que el estudiante trae sobre el concepto a estudiar, las cuales están basadas en sus experiencias diarias. La predicción debe realizarse sobre aspectos que desafíen al estudiante y hagan aflorar sus concepciones previas sobre el tema a tratar. Estas concepciones se reflotan con una batería de cuestiones elaboradas por el docente, las que deben ser respondidas *individualmente* por cada estudiante y *antes* de desarrollar la experiencia.
- ***Observación**:* aquí, y antes del desarrollo de la tarea experimental, el estudiante debe pensar cuáles son las precauciones a tomar para programar su experiencia, para lo cual deberá *individualmente* responder una serie de preguntas que apuntan a hacerlo pensar sobre qué precauciones debe tomar para al armado del equipo, qué mediciones requieren mayor cuidado y por qué, cuántas debe efectuar, etc. Las preguntas anteriores se incluyen bajo el título Método y deben ser respondidas *antes* de realizar el laboratorio.

Como parte final de esta etapa se desarrolla la tarea experimental y los estudiantes toman nota de los datos obtenidos. Éstos deberán ser luego analizados y discutidos por el grupo de trabajo para comunicarlos en un informe escrito.

- ***Contrastación*:** en esta etapa se confrontan las ideas previas de los alumnos con los resultados alcanzados en la experiencia. Se discuten y aclaran todas las inconsistencias que pudiera haber, bajo el análisis. *S*e busca que los estudiantes analicen y comprendan los datos hallados experimentalmente. Finalmente en las conclusiones los estudiantes deberán sintetizar lo realizado, incluyendo una clara descripción del problema planteado y de la respuesta obtenida.

En esta etapa el docente alienta la discusión entre los grupos de trabajo, su tarea es la de guía en el proceso de aprendizaje del grupo de estudiantes.

Estas estrategias de enseñanza pueden desarrollarse en las distintas actividades de aula: clases teóricas, de problemas y experimentales; puede recurrirse a implementarlas por separado o en conjunto (Redish, ob cit., 2004). Plantean cómo mejorar el aprendizaje conceptual, promoviendo el trabajo activo del grupo de alumnos cambiando el ambiente generalmente pasivo de las clases tradicionales (Sokoloff y Thornton, 2004; Sokoloff y Thornton, 1997).

Particularmente, en clases numerosas es posible recurrir a las Clases Interactivas Demostrativas (CDI), sólo se necesita una computadora y un cañón que proyecte la experiencia. Deben ser presentadas de forma tal que los alumnos entiendan la experiencia y comprendan el funcionamiento de los instrumentos utilizados.

Seguidamente, se presentan los pasos a seguir para las CDI, (Sokoloff et al., ob cit., 2010) y luego su aplicación a una situación específica:

I.- El docente describe el experimento y, si fuera necesario, lo realiza sin proyectar el resultado del mismo.

II.- Los estudiantes deben registrar, tanto su nombre como su predicción individual en la Hoja de Predicciones, la que se le retirará al finalizar la clase.

III.- Los estudiantes discuten sus predicciones en su pequeño grupo de trabajo.

IV.- El docente promueve la discusión general anotando en el pizarrón las predicciones más comunes de la totalidad de la clase. En esta instancia no debe afirmar ni rechazar ninguna opción.

V.- Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.

VI.- El docente lleva a cabo la experiencia, proyectando claramente los resultados de la misma.

VII.- Se solicita a los estudiantes que analicen los resultados y los discutan en el contexto de la demostración. Ellos registran estos resultados en la Hoja de Resultados, la que se llevarán para estudiar.

VIII.- Los alumnos (o el docente) discuten otras situaciones físicas similares que responden al mismo concepto trabajado en la clase.

Al observar los pasos anteriores podemos notar que los alumnos inician la actividad pensando su predicción (paso II), su participación activa comienza con la discusión en su grupo de trabajo y se continúa en la puesta en común cuando el docente registra en el pizarrón las predicciones más comunes (pasos III y IV). Es importante aclarar que el docente no debe desechar ninguna predicción ni tampoco hacer notar las equivocadas, su función es guiar e impulsar la discusión entre los alumnos. Con este fin es aconsejable que él cuente con una serie de preguntas agendadas de manera que pueda guiar las predicciones hacia los puntos centrales de la CDI.

Se presenta una la aplicación de estas clases la cual es posible desarrollar con alumnos de primer año que cursan Física en la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

Metodología de Trabajo

Los docentes a cargo del dictado de Física para Ingeniería Agronómica son cinco: Un profesor Adjunto dedicación exclusiva; un Jefe de Trabajos Prácticos y tres Ayudantes de Primera, con dedicación simple.

Anualmente cursan la materia entre 80 y 90 alumnos. La carga horaria es de ocho (8) horas semanales, divididas en clases teóricas y de problemas de lápiz y papel; tanto las clases teóricas como prácticas son no obligatorias. Se asignan otras cuatro (4) horas para la tarea experimental, estas actividades son de asistencia obligatoria. Para poder desarrollar el trabajo en el aula de laboratorio se forman comisiones con aproximadamente quince (15) integrantes cada una de ellas. Esta acción debe ser tomada dado que el espacio de trabajo es reducido y el material es escaso. En la planificación anual se

incluyen seis (6) laboratorios, tratando de abarcar la totalidad de los temas involucrados en la materia.

En este artículo se muestra una propuesta pensada para cambiar la estructura de un laboratorio tradicional por uno cuyas características respondan al Aprendizaje Activo de la Física para estudiar la ley de Ohm.

¿Por qué proponer una Clase Interactiva Demostrativa?

Por ser esta una asignatura no específica de su carrera, pero necesaria para las materias del ciclo superior, presenta cierta resistencia en los alumnos al momento de cursarla (no encuentran la conexión de los conceptos físicos para con su futuro profesional). En general, tratan de resolver los ejercicios propuestos resistiéndose a razonar sobre la física involucrada en la situación que se les presenta; en cuanto a la tarea experimental es habitual que lleguen al aula por un lado, desconociendo la tarea que van a desarrollar y, por el otro, con poco interés por la misma.

Por lo anteriormente expuesto es que, los docentes que dictamos la materia, tratamos de buscar dispositivos de enseñanza que hagan revertir esta situación. En esta metodología de trabajo experimental se proponen cambios en los planos conceptuales, actitudinales y procedimentales en el grupo de estudiantes; de esta forma las experiencias de laboratorio no quedan en una etapa de "verificación" de conceptos y/o leyes físicas (Dima et al., 2007). Su actuación pasa a ser activa, dejando de ser un observador pasivo del trabajo experimental y manipulador de materiales, actitudes que habitualmente desempeña en las clases experimentales tradicionales.

La reformulación del laboratorio sobre Ley de Ohm responde a una CDI, la simulación será tomada de la página http//:phet.colorado.edu/index.php y su nombre es Circuit Construction Kit (DC Only), Virtual Lab (Anexo I). El circuito es sencillo: una batería, una resistencia, un interruptor y conductores que los unan.

Con la simulación se pretende observar que, para los materiales óhmicos, es posible establecer una relación funcional entre una resistencia (R), la diferencia de potencial eléctrico que se establece entre los extremos de la misma (V) y la corriente eléctrica que por ella circula (i). Esta relación se conoce como Ley de Ohm:

$$V = i\,R$$

Antes de la clase en la cual se realice la simulación, es necesario que los estudiantes tengan consigo impresa (**no resuelta**) la siguiente propuesta:

Física Ingeniería Agronómica

LEY DE OHM

En esta simulación vamos a armar distintos circuitos sencillos con una resistencia (R), pilas y conductores. Estudiaremos la dependencia funcional entre la corriente eléctrica y el potencial eléctrico entre los extremos de R. Como instrumentos de medida recurriremos a un voltímetro y un amperímetro.
Es importante que respete cada uno de los pasos que se le proponen

En primer lugar responderá cada consigna de manera INDIVIDUAL Y POR ESCRITO; para ello en una hoja (*Hoja de Predicciones*) escriba su nombre, la fecha y el curso.

1.- Dibuje tres circuitos, A, B y C con las siguientes características cada uno:

a) CIRCUITO A: la resistencia R en serie con una pila de fem ε.

b) CIRCUITO B: la resistencia R en serie con dos pilas de fem ε cada una, conectadas en serie entre ellas.

c) CIRCUITO C: la resistencia R en serie con tres pilas de fem ε, conectadas en serie entre ellas.

2.- Marque con una cruz la respuesta o las respuestas que considere correctas:

Las corrientes con iguales en los tres circuitos ☐
La corriente en el circuito A es mayor que en el circuito B ☐
La corriente en el circuito B es mayor que en el circuito C ☐
La corriente en el circuito B es la mayor de todas ☐

3.- Marque con una cruz la respuesta o las respuestas que considere correctas:

La diferencia de potencial es igual en los tres circuitos ☐
La diferencia de potencial es mayor en el circuito B y menor en el circuito A ☐
La diferencia de potencial es mayor en el circuito C y menor en el circuito B ☐
El circuito A es el que soporta menor diferencia de potencial ☐

4.- Basándose en las predicciones de los ítems **2** y **3**, grafique en un sistema de ejes cartesianos ortogonales (x, y) la diferencia de potencial eléctrico (V) en función de la corriente eléctrica (i).

Tabla 1: Protocolo de la DCI para el laboratorio de Ley de Ohm

Ya en el aula de clases el docente debe explicar claramente la tarea a desarrollar y mostrar la simulación sin hacerla efectiva. Paso seguido solicita a los estudiantes que respondan individualmente y por escrito la consigna **1** (Tabla 1). A continuación debe promover la puesta en común y registrar en el pizarrón las respuestas de los estudiantes, sin distinguir entre correctas e incorrectas. En la simulación se deben construir los circuitos A, B y C, generar la discusión grupal y acordar cuáles circuitos son los correctos y cuáles no. Los estudiantes toman nota de las respuestas correctas en su *Hoja de Resultados*.

De igual modo se procede con las predicciones de la consigna **2**. A continuación se desarrolla la simulación, se mide la intensidad de corriente en cada uno de los circuitos y finalmente deben contrastarse estos resultados con las predicciones de los alumnos. Cuando el docente se asegura que ha quedado claro el tema, solicita a los estudiantes que anoten en la *Hoja de Resultados* las respuestas correctas.

De manera similar debe procederse para la consigna **3**, es decir recabar las predicciones estudiantiles, medir las distintas diferencias de potencial eléctrico y contrastarlas con las predicciones. Al igual que en la demostración anterior los alumnos deben tomar nota de los datos experimentales.

Luego de discutir las predicciones de los estudiantes para la pregunta **4**, deben volcarse, en una planilla de Excel, los valores de corriente eléctrica (punto **2**) y de diferencia de potencial eléctrico (punto **3**) obtenidos en la simulación. Este gráfico debe ser contrastado con los gráficos elaborados por los estudiantes en las predicciones; nuevamente las respuestas correctas deben ser agendadas en la *Hoja de Resultados*.

Finalmente en esta instancia es posible analizando el gráfico obtenido, estudiar la dependencia entre estas variables en caso que la resistencia eléctrica mantenga su valor constante (Anexo II). El docente puede reforzar la idea respecto de que la pendiente de esta recta representa la resistencia eléctrica y calcular el valor de la misma (10Ω). Finalmente debe mostrar que la resistencia utilizada en la simulación, en este caso, es de 10Ω.

A Modo de Conclusión

Las CDI fueron diseñadas con el objetivo de involucrar al alumno en su propio proceso de aprendizaje, para ello se les solicita que presenten sus predicciones y las defiendan frente a sus pares y el docente. Esta propuesta experimental está pensada sobre la base de tomar lo que el estudiante ya sabe y presentarla de manera que los alumnos comprendan la experiencia y los resultados alcanzados.

Esta estrategia didáctica basada en la concepción constructivista, ayudará a integrar los conceptos de electricidad y por otro lado a incorporar la tecnología a nuestras clases. Basándonos en la metodología de Aprendizaje Activo de la Física es posible replantear la resignificación del rol de las experiencias de laboratorio, de manera que permitan integrar conceptos, procedimientos y actitudes en quien aprende.

Es intención de quienes conformamos el grupo de trabajo en la asignatura, continuar incluyendo actividades de este tipo.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D.; Novak, J. y Hasenian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista Cognoscitivo*, México: Trillas.

Benegas, J.; Sokoloff, D.; Laws, P. y Zavala, G. (2011). *Aprendizaje Activo de Fluidos y Termodinámica, 4° Taller Regional del Cono Sur (AAFyT), 4° Conferencia Regional del Cono Sur, Aprendizaje Activo de la Física, (CRAAF 4),* Universidad Nacional de San Luis: San Luis.

Benegas J. y Villegas M. (2006). La Enseñanza Activa de la Física: la Experiencia de la UNSL, *IX Conferencia Inter- Americana sobre Educación en la Física,* San José -Costa Rica, Costa Rica.

Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003). Applets en la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 463–472.

Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), pp. 319-328.

Coicaud, S. (2000). La colaboracion institucional en la educacion a distancia. Capítulo extraído del Libro: Litwin E. (2000) La educación a Distancia. Temas para el debate para una nueva agenda, Buenos Aires: Editorial Amorrortu.

Dima, G.; Benegas, J.; Willging, P. (2007). *Las experiencias de laboratorio como estrategia para favorecer el cambio conceptual, en estudiantes de Física Básica Universitaria*. Tesis de maestría en enseñanza de la física. Universidad Nacional de San Luis.

Litwin, E. (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*, Buenos Aires: Amorrortu editores.

McDermott, L. C. (1991). Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned-closing the gap. American Journal Physics, 59, pp. 301-315.

McDermott, L. C. y Shaffer, P.S. (2001). Tutoriales para Física Introductoria, Buenos Aires: Prentice Hall.

Marco-Stiefel, B. (2006). Integración de Internet en la enseñanza de las ciencias. Cómo aprovechar su caudal informativo. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 50, pp. 19-30.

Mellado Jiménez, V. (2004). ¿Podemos los profesores de ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes? *VI*

Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Desarrollado en la ciudad de Buenos Aires, entre los días 6, 7 y 8 de octubre.

Petrucci, D.; Ure, J. y Salomone, H. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 19 (1), pp. 7-20.

Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), pp. 2-18.

Raviolo, A.; Álvarez, M. y Aguilar, A. (2011). La hoja de cálculo en la enseñanza de la Física: re-creando simulaciones. *Revista de Enseñanza de la Física,* 24 (1), pp. 97-107.

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite. Hoboken*, NJ: Wiley.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad dl conocimiento*, 1 (1), 16p.

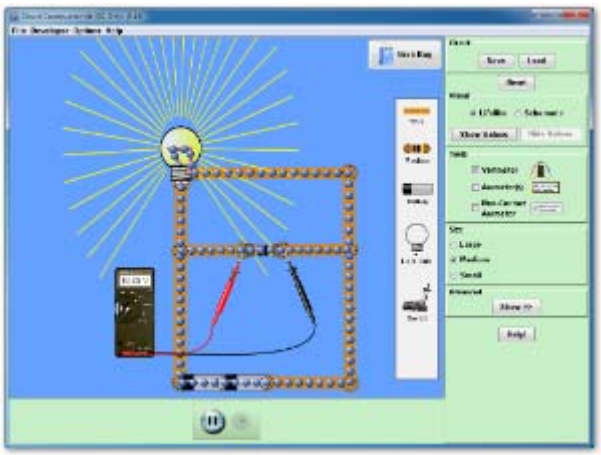
Sokoloff, D.; Laws, P.; Zavala, G.; Punte, G. y Benegas, J. (2010). *Manual de Entrenamiento 3do. Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física: Electricidad y Magnetismo*, Universidad Nacional de San Luis: San Luis.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (2004). *Interactive lecture Demonstrations*. *Hoboken*, N. J: Wiley.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (1997). Using Interactive Lecture Demostrations to create an active learning environment, The Physics Teacher, 36:6, 340.

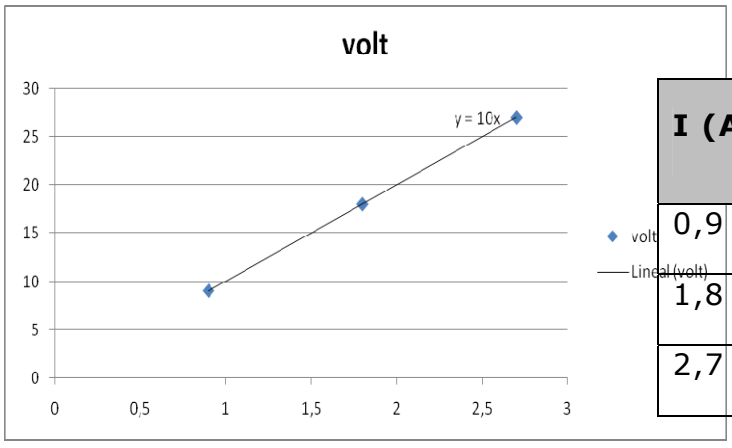
Anexo I:

Circuit Construction Kit (DC Only), Virtual Lab



Anexo II:

Gráfico de la corriente eléctrica en función del potencial Eléctrico



I (A)	V (volt)
0,9	9
1,8	18
2,7	27

Cómo Enseñar Física y No Morir en el Intento. Una Propuesta Áulica.

Chade Vergara, Pablo Oscar;
Barros Olivera, Ruy Enio Elí;
Sigampa Páez, Elvio Esteban y Torres, Germán.

Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Chilecito.

pablochade@hotmail.com; esigampapaez@yahoo.com.ar ruy1958@yahoo.com.ar; lautitorres@arnet.com.ar

Resúmen

El presente trabajo es una propuesta de una clase áulica sobre el tema Energía, llevada a cabo con estudiantes de nivel secundario de Tercer Año ESO.

La misma fue planificada siguiendo pautas pedagógicas utilizando diversas estrategias, a los efectos de que los alumnos incorporaran un aprendizaje significativo. Es por ello que proponemos, a partir de los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre el tema a tratar, se interesen sobre los nuevos conceptos por aprender, descubran las relaciones entre ellos a partir de la comparación y se produzca un debate de ideas sobre las que irán construyendo su nuevo conocimiento.

Palabras Clave: Enseñanza de la Física; Energía; Estrategias didácticas; Constructivismo.

Introducción

La enseñanza de la Física siempre ha encontrado seria dificultad en el aprendizaje por parte de los alumnos. Existen problemas para desarrollar un entendimiento de los conceptos básicos de la Física, fallan al encontrar las conexiones entre las ideas que son presentadas, etc.

Pensamos que una buena parte del déficit de comprensión en el área de la Física, se debe al poco esfuerzo que hacen los alumnos por realizar las tareas y participar de forma espontánea en las clases. En general, los alumnos atribuyen el fracaso en el área de la Física a causas externas y a variables que escapan de su control, como la suerte, el profesor o al poco dominio del lenguaje matemático que poseen para resolver problemas.

Sin embargo, también creemos que las estrategias metodológicas, utilizadas por una gran cantidad de profesores en la planificación de la enseñanza de la Física, son, en su mayoría, de carácter tradicional, incrustadas en un viejo esquema donde el docente transmite conocimientos y el alumno se convierte en un receptor pasivo de estos. Todos estos factores coadyuvan a que los alumnos vean a la Física no como un objeto de conocimiento cimentado en un conjunto de ideas fundamentales, sino como una colección de ecuaciones de contexto específico que deben ser memorizadas (Redish y otros, 1998).

Nuestra propuesta consiste en una secuencia didáctica en la cual el alumno irá desarrollado la construcción de su propio aprendizaje, a través de diversas estrategias didácticas. Con esto pretendemos que el estudiante sea el responsable de su propia adquisición del conocimiento, actuando el profesor como guía o facilitador.

Marco Teórico

En su libro, el Dr. Juan Ignacio Pozo (1999), plantea los "Diez Mandamientos del Aprendizaje":

I. Partirás de sus intereses y motivos.
II. Partirás de sus conocimientos previos.
III. Dosificarás la cantidad de información nueva.
IV. Harás que condensen y automaticen los conocimientos básicos.
V. Diversificarás las tareas y aprendizajes.
VI. Diseñarás actividades de aprendizaje para su recuperación.
VII. Organizarás y conectarás unos aprendizajes con otros.
VIII. Promoverás la reflexión sobre sus conocimientos.
IX. Plantearás tareas abiertas y favorecerás la comprensión.
X. Instruirás en la planificación y organización del propio aprendizaje.

Estos tópicos son, sin dudas, muy importantes y por demás significativos y deben ser considerados a la hora de planificar una clase, no sólo de Física sino de cualquier otra

disciplina. Si bien para el desarrollo de nuestra clase los tendremos muy en cuenta, por razones de espacio desarrollaremos en profundidad sólo tres de ellos como ejemplos.

Partirás de sus conocimientos previos.

Cuando se quiere lograr un aprendizaje realmente significativo, el manual del buen constructivista aconseja partir de los conocimientos previos de los alumnos. Si entendemos por aprendizaje significativo aquel en que el estudiante relaciona la información nueva con la que ya posee, reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso, conocer la información que sobre una determinada realidad tienen nuestros alumnos almacenada en la memoria, es de vital importancia para lograr un aprendizaje: "*el factor más importante que influye en el aprendizaje, es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñele en consecuencia*". (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

Muchas veces nos encontramos con grupos de alumnos sobre los cuales opinamos tajantemente "*ustedes no saben nada*". Sin embargo, debemos entender que la construcción del conocimiento es un proceso progresivo, no es una cuestión de todo o nada. Lo que sí puede ocurrir es que, la mayoría de las veces, nuestros alumnos sepan poco o muy poco, tengan unos conocimientos contradictorios o mal organizados, o tengan ideas previas total o parcialmente erróneas, tal como atestiguan las investigaciones llevadas a cabo al respecto (Carretero, M. y otros, 1992; Escaño, J. y Gil de la Serna, M., 1992; Pozo, J.I. y otros, 1991).

Sin embargo, no sólo es indispensable que los alumnos tengan algunos conocimientos previos pertinentes, sino también

que puedan actualizarlos y poder disponer de ellos en el momento adecuado para establecer relaciones con el nuevo contenido. Es importante reconocer que a esta condición no podemos darla por supuesta, como ocurre con el Sr. Manzi en el ejemplo citado por Pozo (1999), aún sabiendo que los alumnos poseen estos conocimientos.

En este aspecto, adquiere una importancia preponderante la motivación fomentando el interés por lo que se aprende, no sólo proporcionándoles información precisa y útil sino también dosificando la nueva información.

Organizarás y conectarás unos aprendizajes con otros.

El aprendizaje sólo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante preexistente en la estructura cognitiva. En otras palabras, los conocimientos previos deben estar relacionados con aquellos que se quieren adquirir, de manera que funcionen como base o punto de apoyo para la adquisición de conocimientos nuevos.

A los efectos de cumplir con este "mandamiento", resulta muy útil la utilización de los llamados *organizadores previos. Éstos se definen como c*onceptos o ideas ya conocidas que funcionan como marcos de referencia para los nuevos conceptos y las nuevas relaciones. Así, los *organizadores previos* se convierten en puentes cognitivos entre los nuevos contenidos y la estructura cognitiva que posee el aprendiente y es a partir de esta conexión y búsqueda de relación que se puede construir un aprendizaje significativo.

Estas acciones resultan indispensables para el aprendizaje significativo ya que los conocimientos previos y los nuevos conocimientos se deben conjugar para formar un nuevo

conjunto de conocimientos. Por ello es que hay que tender todos los puentes posibles entre los conocimientos anteriores y los nuevos, pero promoviendo "*explícitamente la reflexión y toma de conciencia de las mismas por parte del aprendiz, ya que la comprensión en particular y el aprendizaje constructivo en general dependen del grado en que el aprendiz sea capaz de relacionar unos conocimientos con otros*" (Pozo, 1999).

Promoverás la reflexión sobre sus conocimientos (metacognición).

Es necesario desarrollar en el alumno un amplio conocimiento metacognitivo para integrar y organizar los nuevos conocimientos. Entendemos por metacognición la capacidad que deben adquirir los estudiantes de autorregular su propio aprendizaje, es decir, que sea capaz de planificar qué estrategias podrá utilizar en cada situación, saber aplicarlas, controlar el proceso, evaluarlo para detectar posibles fallos y, como consecuencia de todo esto, que sea capaz de transferirlo a nueva situación de aprendizaje.

Esto implica, como mínimo, dos dimensiones muy relacionadas entre sí. En primer lugar el alumno debe tener conocimiento sobre su propia cognición, es decir que debe ser capaz de tomar conciencia del funcionamiento de su manera de aprender y de comprender. En segundo lugar, el alumno debe ser capaz de regular y controlar las actividades que realiza durante su aprendizaje, en otras palabras debe incluir una planificación de las actividades cognitivas, un control de los procesos intelectuales y la evaluación de los resultados. Para poder entender mejor lo expuesto, proponemos el siguiente ejemplo: "*El rol de la metacognición se podría comprender si analizamos*

las estrategias y habilidades que se utilizan en un deporte de equipo: la velocidad, la coordinación y el estilo son propios de cada jugador, sin que éste necesite ser consciente en cada momento de los movimientos que hace. En cambio, el entrenador hace que cada uno de los deportistas sean conscientes de sus movimientos y estrategias y de esta manera puedan llegar al autocontrol y coordinación. En nuestro caso, es el aprendiz el que ha de hacer las dos funciones de entrenador y deportista. Primero ha de desarrollar y perfeccionar los procesos básicos (capacidades cognitivas básicas) con la ayuda de las técnicas de aprendizaje. En segundo lugar, el alumno ha de tener unos conocimientos específicos del contenido a aprender" (Dorado Perea, 1996).

En definitiva, el aprendizaje debe ser una tarea reflexiva y debe provocar conflictos cognitivos y, a la vez, proporcionar a los alumnos de las herramientas e instrumentos conceptuales que puedan ayudarles a resolver los conflictos cognitivos (Pozo, 1999).

Entendemos que un alumno lleva a cabo una actividad metacognitiva, cuando dada una actividad cognitiva asociada a una tarea, el estudiante, en forma autónoma o con la ayuda de su profesor, es capaz de reflexionar y describir cómo realizó la actividad cognitiva, por qué la llevó a cabo y qué procesos realizó para verificar o evaluar la tarea ejecutada (Schoenfeld, 1987).

Al condensar sus *Diez Mandamientos para el Aprendizaje* en dos, Pozo afirma en el segundo de ellos: "*Transferirás, progresivamente, a los aprendices el control de su aprendizaje, sabiendo que la meta última de todo maestro es volverse innecesario*" (Pozo, 1999).

La metacognición es, entonces, la capacidad que deben adquirir los estudiantes de autorregular su propio aprendizaje, es decir, que sea capaz de planificar qué estrategias podrá utilizar en cada situación, saber aplicarlas, controlar el proceso, evaluarlo para detectar posibles fallos y, como consecuencia de todo esto, ser capaz de transferirlo a nueva situación de aprendizaje.

En definitiva, el aprendizaje significativo se presenta, en este caso, como el pensamiento estratégico para utilizar y regular la propia actividad de aprendizaje y habituarse a reflexionar sobre el propio conocimiento, es decir, "*responde a la necesidad de una transición desde un aprendiz pasivo dispuesto a aprender de forma adaptativa y reproductiva lo que se le pida, hacia un aprendiz generador y constructivo, orientado a la búsqueda del significado de lo que hace"* (Senge, 1985).

Por lo expuesto, podemos afirmar que las ideas básicas de una clase para lograr en nuestros alumnos un aprendizaje significativo serían:

1. Los conocimientos que se quieren adquirir deben estar relacionados con los conocimientos previos de los alumnos, de manera que éstos funcionen como base o punto de apoyo para la adquisición de aquellos.
2. Es necesario desarrollar un amplio conocimiento metacognitivo para integrar y organizar los nuevos conocimientos.
3. La nueva información debe incorporarse a la estructura mental del alumno y pasar a ser parte de la memoria comprensiva.
4. El aprendizaje significativo y el aprendizaje mecanicista deben complementarse durante el proceso de enseñanza.

5. El aprendizaje significativo puede producirse mediante la exposición de los contenidos por parte del docente o por descubrimiento del estudiante.

El fin último es que el alumno construya su propio aprendizaje, llevándolo hacia la autonomía a través de un proceso de andamiaje, es decir, que el estudiante adquiera la competencia de aprender a aprender.

Metodología

El esquema general de la metodología empleada en nuestra clase que, entendemos puede ser replicado en la mayoría de los temas de Física del nivel medio, fue el siguiente: comenzó con algunas preguntas, más o menos abiertas, acerca de situaciones problemáticas, ejemplos, casos, etc., lo cual nos llevó a un diálogo entre profesor y alumnos que nos permitió indagar sobre los conocimientos previos de nuestros estudiantes. Pero este método tiene además la ventaja de permitir una exploración más flexible y más rica, a la vez que nos ayuda a preservar la dinámica en el aula y evitar el riesgo de que los alumnos vivan la exploración de los conocimientos previos como algo más parecido a un examen que a una ayuda o a una preparación para el nuevo aprendizaje. Esto nos proporcionó una retroalimentación positiva y facilitó un ambiente de familiaridad propicio para todo aprendizaje.

Es decir, comenzamos nuestra clase utilizando una *interrogación didáctica*, la cual consiste en formular preguntas para orientar el aprendizaje (Manuale, 2012). Con esto logramos que los alumnos:

- *Evoquen conocimientos previamente aprendidos que se consideren indispensables para el nuevo aprendizaje.*
- *Se interesen en el nuevo conocimiento a aprender.*
- *Descubran relaciones entre conceptos, establezcan principios, compare ideas y desarrollen juicio crítico.*
- *Identifiquen los puntos más importantes para su aprendizaje.*
- *Recapitulen y revean temas ya tratados con otras técnicas.*
- *Demuestren el aprovechamiento alcanzado.*

En este aspecto, preferimos usar preguntas cognitivas de nivel intermedio (comprensión y aplicación) y de nivel superior (análisis, síntesis, evaluación y transferencia). La intencionalidad de este interrogatorio es clara. En primer lugar, se buscó indagar sobre los conocimientos previos de los alumnos, pero además sirvió para que los alumnos interpreten los conceptos, organicen su pensamiento, hagan generalizaciones e integren los conocimientos adquiridos, entre otras acciones.

A continuación, se dividieron los alumnos en grupos, se les entregó un texto en sus netbooks para su análisis. Luego el profesor realizó una *exposición oral* acompañada de una presentación en powerpoint, a los efectos de presentar un esquema general del tema a tratar y transmitir un poco más de información a los alumnos.

Una vez que, mediante la exposición del profesor y el texto analizado y los alumnos adquirieron los conceptos físicos, el profesor sorteó un grupo que desarrolló y expuso sus conocimientos acerca del tema trabajado. Posteriormente, se abrió un debate donde cada grupo expuso sus propias ideas. Estas se discutieron, se complementaron y, en los casos

necesarios, se corrigieron de modo que los alumnos fueron tomando conciencia de sus concepciones equivocadas. De esta forma, se logró una comprensión de la información, se aprendió a investigar y se desarrolló en los alumnos un juicio crítico.

Posteriormente, cada grupo elevó al profesor un informe sobre el tema y, además, respondió unas preguntas didácticas y resolvió algunos problemas, todo para su evaluación.

Las preguntas, efectuadas con una intencionalidad evaluativa, se realizaron para ejercitar la metacognición de los alumnos. Con la resolución de problemas se buscó la aplicación de las fórmulas matemáticas aprendidas para la resolución de situaciones problemáticas.

Cerramos nuestra clase con una explicación de un caso particular que, supusimos, era de interés para los alumnos.

En definitiva, hemos aplicado las estrategias didácticas de:

- *Interrogación didáctica*.
- *Exposición oral.*
- *Demostración didáctica.*
- *Metacognición*.
- *Resolución de problemas*.
- *Estudio de casos.*

Cabe acotar que, durante todo este tiempo, el profesor estuvo a disposición de los alumnos para aclarar conceptos, orientar algunos puntos importantes y ofrecer la ayuda pedagógica necesaria.

Nuestra clase de Física se realizó para alumnos de tercer año ESO de la Escuela Provincial de Comercio "Bdier. Juan

Facundo Quiroga" de Chilecito (La Rioja) y se desarrolló el tema Energía.

El objetivo principal de la clase era que los alumnos se apropiaran del concepto de energía, entendieran el principio de la conservación de la energía y supieran aplicar estos conceptos en las situaciones cotidianas.

Las preguntas didácticas realizadas fueron:

a) *¿Qué entiende usted por energía?*
b) *¿Con qué fenómenos de la vida cotidiana asocia el concepto de energía?*
c) *¿En cuáles de las siguientes oraciones se utiliza la palabra energía con el significado que tiene para la Física? Justificar la elección:*
    I) Oscar pone toda su energía para lograr éxito en su nuevo trabajo.
    II) Un helado de crema suministra más energía que una comida caliente.
    III) El corte de suministro de energía eléctrica dejó la ciudad a oscuras.
d) *¿Qué tipos de energía podría identificar y mencionar en las situaciones de la vida cotidiana?*

Luego se dividió a los alumnos en cuatro grupos de cuatro estudiantes y dos grupos de cinco estudiantes y se les entregó un texto elaborado por los profesores acerca del tema a tratar. El texto en cuestión contenía definiciones y ejemplos acerca de los distintos tipos de energía y su conservación.

Una vez analizado el texto, el profesor realizó una exposición oral, acompañada de una presentación en power point. Se sorteó el grupo expositor y se debatieron sus conclusiones, con la supervisión del docente que intervino

solamente cuando los conceptos erróneos no pudieron ser advertidos por los estudiantes.

Cada grupo elaboró un informe final y respondió las siguientes preguntas didácticas:

a) *El chofer de un camión que circula a mucha velocidad por una avenida hace una maniobra brusca al observar delante de él a un perro y se sube a la acera. Rompe una planta y un cartel que se encontraba clavado sobre la acera, ¿Cómo es posible que se deforme la planta? ¿De dónde proviene el movimiento del cartel?*
b) *Cae una maceta del balcón de un quinto piso y rompe una baldosa de la acera. ¿Cómo explican que se rompa la baldosa?*
c) *Mencionen las conversiones energéticas producidas al encender un foco. ¿Se conserva la energía?*

Los problemas planteados fueron los siguientes:

a) *Analizando las fórmulas de energía cinética y potencial muestren que la unidad de la energía es el Joule.*
b) *Suponga que un automóvil tiene una energía cinética de 2000 J. ¿Cuál será su energía cinética si se duplica la velocidad? ¿Y si se triplica?*
c) *Un tanque de agua posee 50000 J de energía cuando se encuentra a cierta altura. ¿Cuál sería la energía si estuviera a la mitad de altura?*
d) *¿Cuál será la energía cinética de una flecha proveniente de un arco con una energía potencial de 50 J?*
e) *¿Cuánta energía es necesaria utilizar para izar una bandera de 1 kg de masa para que su altura aumente 8 metros?*

Además, se les solicitó a los alumnos que resolvieran tres problemas más, buscados por ellos mismos en internet o en algún libro de texto.

Como caso ilustrativo, se explicó, con la ayuda de una presentación power point, el funcionamiento de una central nuclear, los daños que el terremoto y posterior tsunami que castigó Japón el 11 de marzo de 2011 causó a la central nuclear de Fukushima y una explicación sobre las centrales nucleares argentinas.

La carga horaria de la asignatura es de 3 módulos semanales de 40 minutos cada uno y se encuentran agrupados temporalmente los días miércoles. Los tiempos asignados a cada actividad fueron los siguientes:

- Interrogación didáctica (40').
- División de los alumnos en grupos y análisis de texto provisto (40')
- Exposición oral del profesor y sorteo del grupo expositor (40').
- Exposición del grupo (20').
- Debate (30').
- Elaboración de informe, respuestas a las preguntas planteadas y resolución de problemas (70').
- Explicación del caso particular mediante exposición de powerpoint (80').

En definitiva se emplearon aproximadamente tres semanas (8 módulos) para el desarrollo, tiempo éste previsto en la planificación de la asignatura.

Resultados y Discusión

En la evaluación realizada a los alumnos luego de estas actividades, se lograron resultados positivos, dado que fue mayor la cantidad de alumnos que aprobaron (78 % en 2013 contra 51% en 2012) y comprendieron el tema que en los años anteriores, en los que se empleaba una clase expositiva.

Si bien somos conscientes de que esta clase se podría mejorar bastante, pensamos que estamos en el buen camino para lograr la comprensión y la construcción de los conocimientos físicos, por parte de nuestros alumnos.

Dado los resultados obtenidos, de participación, de comprensión y de aprobación, aplicaremos esta planificación didáctica en otros temas que corresponden al currículum.

Conclusiones

Nos enrolamos en las ideas del Constructivismo y pensamos que esta planificación está en esa línea de pensamiento, ya que partimos de los conocimientos previos de los alumnos y fueron ellos mismos, teniendo a los profesores como guía, los que organizaron y conectaron estos conocimientos con los conceptos nuevos que les fueron impartidos, anclando, de esta forma, los conocimientos anteriores con los adquiridos.

Por otra parte, creemos que estamos en el buen camino ya que los resultados obtenidos fueron positivos, teniendo en cuenta los aspectos tanto conceptuales, como procedimentales y actitudinales de nuestros alumnos, desde la propuesta de la actividad hasta el desarrollo cognitivo.

Notamos que los alumnos se mostraron más interesados y participativos por ser ellos mismos los que van

construyendo su conocimiento nuevo a partir de sus conocimientos previos y las premisas dadas y las correcciones y sugerencias por parte del profesor.

El ejercicio de metacognición fue desarrollado por la mayoría de los alumnos sin problemas. Si bien, en algunos casos, debimos adecuarnos a los tiempos de algunos estudiantes en su apropiación del tema, en general se cumplió con el organigrama temporal propuesto.

Bibliografía

Ausubel, D., Novak, J. y H. Hanesian (1983). *Psicología Educativa, un Punto de Vista Cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

Carretero, M., López Manjón, A., Pozo, J., León, J., Pérez Echeverría, P. y M. Asensio (1992). *Psicología de la instrucción, razonamiento y conocimientos específicos*; Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

Dorado Perea, C. (1996). *Aprender a aprender. Estrategias y técnicas*; en http://www.xtec.cat/~cdorado/cdora1/esp/metaco.htm

Escaño, J. y M. Gil de la Serna (1992). *Cómo se aprende y cómo se enseña*. Barcelona: Editorial ICE/Horsori.

Manuale, M. (2012). *Estrategias Didácticas. Una Construcción del Docente*; Entre Ríos: Universidad Nacional del Litoral.

Pozo, J. (1991). *Estrategias de aprendizaje* en Coll, C.; Palacios, J. y A. Marchesi. *El desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*. Madrid: Editorial Alianza Psicológica.

Pozo, J. (1999); *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje.* Madrid: Editorial Alianza.

Redish, E., Steinberg, R. y J. Saul (1998). Student Expectations in Introductory Physics. *American Journal of Physics, Vol. 66,3*. Maryland: College Park.

Schoenfeld, A. (1987). *Cognitive Science and Mathematics Education*. Michigan: Erlbaum Association.

Senge, P. (1985). La Quinta disciplina. Madrid: Editorial Granica.

Compartiendo significados de Calorimetría en un laboratorio integrador de Física y Química.

Juanto, Susana[(1)]; Iasi, Rodolfo[(1)];
Prodanoff, Fabiana[(1)]; Baade, Nieves[(1)];
Zerbino, Lía M.[(1, 2)]

1: IEC-EMEIPACIBA. FRLP-UTN.
2: FI-UNLP. y CIOp. CONICET. CIC-BA
sujuanto@yahoo.com.ar

Resumen

El uso de un calorímetro no constituye una práctica de laboratorio novedosa, tanto en Física como en Química, pero permite discutir y abordar temas que se tratan en ambas materias, y como consecuencia se puede realizar un interesante recorrido de revisión de saberes, desde diferenciar procesos físicos y químicos, hasta dar una mirada a moléculas y enlace químico, pasando por las interpretaciones del primer principio de la Termodinámica. Como primer paso a una integración horizontal, a partir de un intercambio entre los docentes de

ambas cátedras, se puso en práctica una guía de preguntas conteniendo y confrontando conceptos involucrados. En este trabajo se presentan las preguntas de esa guía, acompañadas de un breve comentario sobre los conceptos comprendidos en las respuestas que se discuten en grupo, y las apreciaciones que los alumnos acotan en cada caso. La guía se retoma y completa luego de cada clase experimental sobre el tema. Esta estrategia permitió no sólo una fluida realimentación entre algunos docentes de ambas cátedras, sino una notable evolución de los comentarios y asociaciones que los alumnos se animan a proponer o analizar durante el desarrollo de las clases.

Palabras Clave: Calorimetría; Termodinámica; Química y Física; Integración horizontal.

Introducción

Aunque generalmente los contenidos de Física y Química se encuentran separados en la Currícula por motivos pedagógicos, es indudable que sus conocimientos se hallan epistemológicamente relacionados, al punto que uno de los requerimientos de la CONEAU para Ingeniería es la integración entre materias de Ciencias Básicas.

Nuestro grupo de investigación IEC (Investigación en Enseñanza de las Ciencias) está formado por docentes del Departamento de Ciencias Básicas y desarrolla actualmente el PID EMEYPACIBA (Entornos Multimediales y Estrategias Integradoras para el Aprendizaje de Ciencias Básicas), en el que una de nuestras líneas de investigación consiste en desarrollar estrategias de integración entre las materias correspondientes.

Marco Teórico

Con base en el constructivismo, Bruner afirma que el docente debe convertirse en facilitador y guía del aprendizaje activo de sus alumnos (Bruner, 1998). Por lo tanto, el rol del docente en este marco es el de plantear cuestionamientos que los alumnos irán resolviendo con su ayuda, y no proveer "una receta" de trabajo de laboratorio.

Entendemos que se puede enseñar ciencia procediendo del modo que lo hace la ciencia, es decir, poniendo el foco en la construcción de las ideas, siguiendo la secuencia de introducir primero el fenómeno, luego construir las ideas y por último presentar la terminología. (Gellon et all, 2005).

Este rol implica una relación docente-materiales educativos-alumnos, como sugiere Gowin, quien postula que el producto de esa relación está constituido por los significados compartidos (Moreira, 2012). La formación de conceptos es entonces un instrumento para el proceso cognitivo (Bruner, 1998).

A partir de estas premisas hemos rediseñado y presentado en comunicaciones anteriores experiencias de trabajos de laboratorio en las Cátedras de Física como de Química, área de Ciencias Básicas, de la Facultad de Ingeniería (FRLP, UTN) (Pastorino et all, 2012). Ese material está disponible en las páginas web correspondientes cuyas direcciones se citan como notas al pie en los comentarios que siguen.

Particularmente, en ambas cátedras se propone a los alumnos la realización de diferentes experiencias de calorimetría. Sin embargo, el enfoque y tratamiento en ambas materias

resulta diferente. Interactuando con los alumnos hemos llegado generalmente a la conclusión de que las competencias supuestamente adquiridas en una no les resultan aplicables para la otra, parecen mantenerse en compartimientos estancos, quizás debido a las diferencias de nomenclatura, de basamento teórico y metodología.

Para superar esta situación y propugnando la integración horizontal entre las cátedras, hemos comenzado por analizar y comentar los temas que tenemos en común y los que se correlacionan, discutiendo los diferentes enfoques y teorías para elaborar estrategias superadoras.

También hemos tenido en cuenta que, si bien las materias son de segundo año, no todos los alumnos las cursan simultáneamente, ya que tiene distintas correlativas, y por eso hay alumnos que estudian estos temas primero en Física y luego en Química mientras otros lo hacen primero en Química y luego en Física.

Por eso hemos intentado encontrar una forma de encarar una complementación del trabajo en cada una con un material nivelador que pueda incorporarse en las discusiones en ambas cátedras, facilitando la asociación y correlación entre los conceptos que se discuten en cada una. De esa tarea surge como primera resultante la elaboración de una Guía de preguntas disparadoras y problemas que se utilizan para producir una puesta en común de significados entre los conceptos que se manejan en ambas cátedras, y cuyas respuestas se discuten durante las respectivas experiencias de laboratorio. Este material está disponible en forma digital una página especial que dedicamos al material de integración[2].

[2] http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/emeipaciba

Metodología

En el marco de las propuestas de Ausubel para el aprendizaje significativo, la presentación del tema se inicia desde "la diferenciación progresiva" comenzando con las ideas más generales (en las clases de teoría), se van explicitando los detalles a medida que se avanza en el tema, y luego se consolida el proceso de enseñanza-aprendizaje con "la reconciliación integradora", (en el trabajo de laboratorio), analizando casos particulares y percibiendo las generalidades que los atraviesan.

Además, a pesar de medir variables macroscópicas, a través del diálogo con los alumnos intentamos que perciban el modelo molecular, que servirá de base para avanzar en otros temas. El hecho de compartir significados de Física y Química entre docentes, materiales educativos y alumnos, se basa en la tríada de Gowin (Moreira, 2006) y en el hecho de que para que los alumnos integren conceptos pluridisciplinarmente es fundamental que se estalezcan relaciones didáctica de ese tipo también entre profesores. (Moreira, 2012).

En este caso el mismo grupo de alumnos (de Ingeniería en Sistemas de Información) realiza cada laboratorio en su correspondiente Cátedra: medida de calor específico, y calor de cambio de estado en Física, y calor de una reacción en Química. La discusión se hace en cada experiencia, basada en la Guía que presentamos más adelante.

Esta estrategia comenzó a implementarse en 2013 con dos cursos piloto en ambas cátedras. Su validación está prevista mediante la comparación de los resultados de las evaluaciones de estos cursos con los otros, en los que no se utilizó este material, y una encuesta basada en problemas y preguntas

integradoras que se propondrá a todos los alumnos de todo los cursos de ambas cátedras.

A continuación presentamos las preguntas de la Guía en letra cursiva, cada una seguida de un comentario sobre los conceptos comprendidos en las respuestas que se discuten en grupo y finalmente la apreciaciones que hemos recogido sobre la reacción de los alumnos y sus acotaciones en cada caso, ambos en texto normal.

Guía de Preguntas, Conceptos y Apreciaciones

1) Explicite la convención de signos en la expresión del 1er principio de la termodinámica para la variación de energía interna ΔU .

Tradicionalmente, en Física y Química la variación de energía interna (ΔU) suele escribirse con diferentes convenciones de signo, pero en realidad si se aplica correctamente en base a cada convención, se obtienen los mismos resultados:

En Química se suele escribir:

$$\Delta U = Q + W \qquad (1)$$

siendo el calor Q positivo cuando ingresa al sistema en estudio y el trabajo W positivos cuando el trabajo es realizado por el medio exterior sobre el sistema en estudio. Allí W_{ext} es positivo. El trabajo W es negativos cuando lo realiza el sistema en contra de las fuerzas exteriores. La convención proviene de definir el

diferencial de trabajo como el producto escalar de la fuerza exterior por el desplazamiento diferencial (Chang, R)

Para recordarlo podríamos poner $\Delta U = Q + W_{ext}$

En Física, se suele escribir

$$\Delta U = Q - W \qquad (2)$$

siendo el calor Q positivo cuando ingresa al sistema en estudio y W positivos cuando el trabajo es realizado por el el sistema en estudio sobre el medio exterior. Allí W_{sist} es positivo. Dado que las aplicaciones más comunes son las máquinas térmicas, entonces el sistema es el que realiza trabajo (W_{sist}), y dado que

$$W_{ext} = -W_{sist} \qquad (3)$$

Se escribe $\Delta U = Q - W_{sist}$, donde el trabajo es positivo cuando lo realiza el sistema (Alonso, Finn, 1995)

Para recordarlo podríamos poner $\Delta U = Q - W_{sist}$

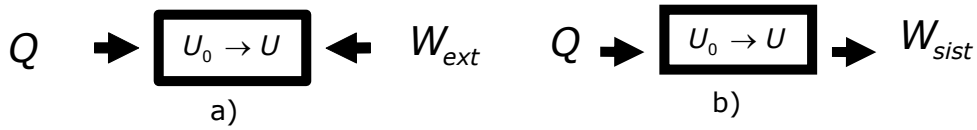


Figura 1: a) esquema usual en Química. b) esquema usual en Física

De acuerdo con estos esquemas (Alonso, Finn, 1995), las definiciones para el cambio en energía interna en cada caso se expresan como:

a) *El cambio de energía interna de un sistema es igual al calor absorbido más el trabajo hecho sobre el sistema por el medio exterior*.

b) *El cambio de energía interna de un sistema es igual al calor absorbido menos el trabajo realizado por el sistema sobre el medio exterior*.

El resultado final de ΔU es exactamente el mismo, lo calculemos con la convención de signos de Química, que tiene en cuenta el trabajo externo sobre el sistema, o con la convención de signos de Física, que tiene en cuenta el trabajo del sistema sobre el medio.

Además, como la mayoría de los procesos tienen lugar a presión constante, es conveniente definir otra función de estado, la entalpía H, donde su variación (ΔH), se calcula como

$$\Delta H = \Delta U + p \ \Delta V \qquad (4)$$

Donde p es la presión y ΔV es la variación de volumen. Esta es otra forma de escribir el 1º principio a presión constante (usualmente la presión atmosférica). ΔH puede medirse como el calor puesto en juego a Presión constante, con ciertas condiciones.

No hay que perder de vista que si bien ΔU y ΔH son funciones de estado, el calor es una forma de transferir energía (en función de una diferencia de temperatura). La energía contenida en un sistema NO ES CALOR, sino ΔU o ΔH (Petrucci, Harwood, Herring, 2003).

Al desarrollar estos aspectos en las clases los alumnos reaccionan de manera similar sea en cursos de Química como de Física:

i) los que no vieron el tema en la otra materia tienden a desestimar la importancia de estas observaciones y a fijar solamente la convención que se usa en la materia en cuestión.

ii) los que ya vieron el tema en la otra materia se desconciertan primero y luego proponen interesantes discusiones referidas a sobre quién se ejerce trabajo.

2) Realice una búsqueda orientada en Internet sobre tipos de termómetros (bulbo de vidrio, termocuplas, infrarrojo). También busque si existen instrumentos para medir calor.

Antes de realizar las medidas experimentales, se solicita a los alumnos una búsqueda orientada (webquest) en Internet sobre los modelos actuales de termómetros, y la adecuación de cada termómetro para un cierto rango de temperatura, reforzando la idea de que lo que se mide es temperatura y no calor.

Se debate sobre la importancia de la medida de las variables macroscópicas (Presión, Volumen, Temperatura y composición), y el hecho que los modelos microscópicos (p.ej. modelo atómico vigente), no influyen sobre las mismas, para los aspectos termodinámicos.

Los alumnos frecuentemente encuentran en Internet distintas páginas que se refieren tanto a los distintos tipos de termómetros, como también al calorímeto como un instrumento

para medir calor. Es posible discutir sobre las medidas directas e indirectas, las variables intensivas y extensivas, y trabajar sobre la diferencia entre calor y temperatura. Sin embargo, es recurrente, a pesar de las discusiones de clase, la idea de que temperatura y calor se refieren a la misma cualidad. En las discusiones surgió la necesidad de explicar el equilibrio térmico y muchos fueron capaces de detectar errores o confusión de conceptos en diferentes textos consultados en línea.

3) En la experiencia de calorimetría se usó agua caliente. ¿Qué mecanismos de transferencia de calor tienen lugar en un vaso con agua colocado sobre una tela metálica, sobre un mechero encendido?

En la experiencia de calorimetría, el mechero proporciona calor a la tela metálica. La tela metálica, por conducción, proporciona calor al vaso de vidrio y al agua que contiene. El agua homogeneiza su temperatura por convección.

Los alumnos discuten las diferentes formas de transmisión del calor y proponen comparaciones y análisis de otros casos (calentamiento de la Tierra por el Sol, corrientes oceánicas, formación de tormentas).

4) Una vez colocada el agua caliente y un cubito de hielo en el calorímetro, ¿qué imagina que sucede nivel microscópico durante el derretimiento del cubito? ¿Por qué el cambio de fase, hielo a agua líquida, requiere que éste absorba calor?

Durante la experiencia de determinación del calor de fusión del hielo[3], se pone de manifiesto que es necesario que el hielo absorba energía para que las moléculas de agua del cubito pasen del estado sólido (hielo), un estado más ordenado, al estado líquido, un estado donde las moléculas poseen mayor energía cinética (de traslación). Un sencillo método para evidenciar esta energía cinética consiste en emplear un cubito de hielo "manchado" con unas gotas de tinta soluble en agua: en estado sólido, las gotas de tinta permanecen aisladas en el cubito, pero en el agua líquida se dispersan rápidamente. Se refuerza la idea que los cambios de fase son procesos físicos, debido a que la identidad de la sustancia no cambia en el proceso (es siempre agua, en estado sólido o líquido)

Los alumnos interpretan que una vez derretido el cubito, las gotas de tinta se mueven arrastradas por el movimiento de las moléculas de agua. Si bien no pueden ver las moléculas comienzan a asociar el aumento de energía de traslación con un aumento de temperatura. Durante el cambio de fase asocian que la energía absorbida se usa para separar las moléculas de agua entre sí, "desarmando" la estructura del sólido. Este ejercicio de abstracción los ayuda a "imaginar" en el marco del modelo molecular.

Otra cuestión de interés en este laboratorio, es observar que la magnitud del calor medido en la fusión del hielo 1,44 kcal/mol (proceso físico) es mucho menor que el calor de la

[3] http://www.frlp.utn.edu.ar/labfisica/tpl2.html

reacción química de formación de agua resultante de la experiencia de laboratorio realizado en Química (y a que se refiere la pregunta *7b)*, lo cual ilustra diferencias entre los procesos físicos y químicos que tienen lugar.

5) ¿Cómo se aprecia la idea de que la materia está formada por átomos en la ley de Dulong y Petit? ¿Cómo se relaciona la ley de Dulong y Petit con el número de Avogadro?

En la experiencia de determinación del calor específico de un sólido[4], se emplean dos metales diferentes, cobre y aluminio, para ilustrar la ley de Dulong y Petit: el calor específico molar de los elementos en estado sólido es prácticamente una constante a temperatura ambiente (aprox. 6 cal/mol).

Para explicarlo, hay que recurrir a la Química: el número de átomos contenido en un mol de sustancia es el mismo (número de Avogadro), para todos los elementos, por lo tanto se requiere aproximadamente la misma cantidad de calor por átomo para producir el mismo aumento de temperatura en todos los sólidos (justamente el calor específico). Es decir, el calor necesario para elevar la temperatura de una cierta masa de sólido depende solamente del número de átomos contenidos en ella, y no de la masa de cada uno de ellos.

Estos resultados sorprenden a los alumnos, y los ayudan a interpretar la importancia de la propuesta del número de Avogadro para la definición del mol. Si bien en Química no pueden hacer experiencias para corroborar la existencia de las moléculas a través de estas correlaciones consiguen hacer la abstracción necesaria para adoptar el modelo molecular.

[4] http://www.frlp.utn.edu.ar/labfisica/tpln201.html y http://catedrafisica2.blogspot.com.ar/search/label/Práctica

6)¿Qué significa el calor específico de una sustancia?

Cuanto mayor sea el calor específico de una sustancia, menos variación de temperatura producirá una cierta cantidad de calor. (Lower, 1912)

La temperatura es una medida de la energía cinética de traslación promedio de las moléculas.

La temperatura está relacionada con la energía cinética de traslación; si hay modos de vibración o rotación activos en las moléculas, éstos aceptan energía térmica, disminuyendo la energía disponible para traslación: se necesita más calor para producir un cambio de temperatura, la capacidad calorífica es más alta. Por lo tanto, las sustancias monoatómicas, que sólo tienen energía cinética de traslación, tienen las capacidades caloríficas más bajas.

Los alumnos tiene dificultad en comprender el modelo microscópico asociado al calor específico. En física n o siempre se lo describe en detalle, pero en quìmica contribuye a la apropiación del modelo molecular (traslación de moléculas, vibraciòn y rotaciòn de enlaces)

7a) ¿Cuándo es posible cuantificar con un calorímetro el calor puesto en juego en una reacción química?

Cuando la reacción es rápida, y no existen reacciones paralelas ni secundarias. En estos casos, se utiliza un calorímetro: un termo con agua, en donde se realiza la reacción, de tal forma que el calor que se intercambia modifica la temperatura del agua, la que puede medirse en forma sencilla.

7b)¿Qué produce calor en una reacción química?

En el laboratorio de calorimetría[5], medimos el calor liberado al neutralizar un ácido con una base, obteniendo agua como producto.

La diferencia fundamental con los procesos físicos, es que aquí no se requiere aporte externo de calor para variar la temperatura. La misma varía porque se unen iones y se forman enlaces (produciendo moléculas), que son más estables que los iones aislados, por lo tanto liberan energía en forma de calor.

Constituye un ejemplo de la variación de ΔU y ΔH, debido a la energía almacenada en los enlaces, no hay aporte externo de calor, y sin embargo la energía liberada por mol de agua es 13,7 kcal (unas 10 veces mayor al calor de fusión del hielo)

7c) ¿y si no es posible medir, ¿se puede conocer el calor de reacción?

En virtud de las leyes de la termoquímica (Ley de Hess y Ley de Lavoisier), dado que la entalpía es una función de estado, conociendo el valor de entalpía del estado inicial y final del sistema, se puede calcular su variación, independientemente del camino seguido entre ambos.

Es decir, siempre se puede calcular ΔH con una tabla de entalpía, que obviamente fue confeccionada midiendo ΔH en las reacciones en las que fue posible hacerlo.

[5] www.frlp.utn.edu.ar/materias/qcasis/calorimetria10

Los alumnos observan inicialmente que al mezclar dos soluciones a la misma temperatura se produce calor, sin encontrar una explicación física para ello. Interpretan que el calor fue liberado por una reacción química, sin intervención de fuente externa de energía. Comparando con los valores obtenidos para el calor de fusión del hielo, deducen que la formación de moléculas de agua pone en juego 10 veces más energía. (recordar pregunta *4)*). Los alumnos comentan y discuten porque muchos libros de Química argumentan que la diferencia entre los procesos físicos y los químicos es que en los primeros la identidad de la sustancia no cambia y la energía puesta en juego es menor que en los segundos, encuentran que esta afirmación no es correcta en el caso de los procesos o reacciones nucleares. Se genera una rica discusión sobre qué es Química y qué es Física.

Conclusiones y Perspectivas

Entendemos que el hecho de compartir significados sobre un mismo tema en diferentes Cátedras consolida el trabajo de integración, muy necesario en Ciencias Básicas, y contribuye a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto en alumnos como en docentes.

Las observaciones preliminares realizadas hasta el momento en los cursos piloto en los que se ha implementado esta estrategia, permiten adelantar que los alumnos parecen haber avanzado significativamente en cuanto a la:

- Comprensión de algunos conceptos
- Capacidad de modelizar situaciones

- Habilidad para aplicar conceptos y conocimientos interdisciplinarios
- Profundización y homogeneización de contenidos, nomenclatura y estrategias.

Otro comentario importante es el fluido intercambio ínter cátedra resultante entre todos los docentes involucrados en esta experiencia piloto, que comienza a contagiarse a otros docentes del área, motivados por los comentarios y discusiones que se generan tanto entre los alumnos como entre los docentes, en un intento de lograr la integración de conceptos y alcanzar la pluridisciplinariedad entre la Física y la Química.

Sobre la base de estas obervaciones preliminares estamos diseñando las evaluaciones y la encuesta con problemas integradores que utilizaremos para validar esta estrategia. Al mismo tiempo, a partir de las discusiones generadas estamos reelaborando y enriqueciendo las guías y material de estudio de ambas cátedras.

Bibliografía

Alonso, M. y Finn, E.J. (1995). Física, Addison-Wesley Iberoamericana. USA.

Bruner J. (1988). Desarrollo cognitivo y educación. Ed. Morata. Madrid.

Chang, R. (1999). Química. 6º ed. Ed:McGraw-Hill, México.

Gellon, G.; Rosenvasser Feher, E.; Furman, M.; Golombek, D. *LA CIENCIA EN EL AULA Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*, Ed Paidós Buenos Aires (2005).

Lower, S., (2012), en http://www.chem1.com/acad/webtext/energetics/

Moreira, M. A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em ala de aula.* Brasília: Editora da UnB.

Moreira, M. A. (2012). *Meaningful Learning Review*, v2(1),pg 44-65.

Pastorino, S.; Iasi, R;. Juanto, S; Prodanoff, F.; Baade, N.; Zerbino, L. M. (2012) Integración de Contenidos entre Física y Química en Ciencias Básicas. *I Congreso Argentino de Ingeniería (CADI 2012).* Mar del Plata. ISBN 978-987-1312-46-7.

Petrucci, R.; Harwood, W.; Herring, F. (2003). *Química General*, 8va ed; Pearson Educación, Madrid.

Conservación del Impulso Angular. Una Aplicación Didáctica

Fereggia, Mabel

Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires. Facultad de Ingeniería

mabelfereggia@gmail.com

Resumen

El presente trabajo es una experiencia didáctica de aula que ha producido resultados satisfactorios en la comprensión y aplicación del tema de la conservación del impulso angular. El mismo es sugerido para alumnos de profesorado o de Universidad que cursen Física 1.

Para su desarrollo se recurre a un experimento sencillo que facilita la comprensión del tema. Finalmente, se incorpora un juguete que permite a los estudiantes hacer una síntesis del concepto presentado.

Es importante para lograr una mejor comprensión de los diversos temas de nuestra disciplina, que recurramos a la aplicación de las más variadas estrategias.

Palabras Clave: Momento angular; Ideas previas; Aprendizaje significativo; Materiales educativos.

Introducción

Muchos han sido los trabajos que indican que el docente no debe dejar de atender las ideas previas que poseen los estudiantes6, pero ¿cómo enseñar temas que nunca fueron abordados por ellos? ¿Cómo lograr la atención de estos estudiantes sin perder rigurosidad y a la vez vincularlos con situaciones de su vida cotidiana? Las opiniones son diversas.

Por un lado, podemos encontrar argumentos de docentes (Veglia 2007) que intentan negar la importancia de un análisis permanente de nuestro accionar docente atendiendo a una visión epistemológica, didáctica y curricular para estudiantes que cursan ya un nivel avanzado de estudios.

Sin embargo, algunos colegas con los que he compartido esta experiencia me manifestaron verbalmente que piensan que ésta es una oportunidad para introducir de lleno al estudiante en conceptos de física sin las complicaciones que tiene lidiar con preconceptos equivocados.

Considero oportuno señalar que por nuestra experiencia docente sabemos que no debemos olvidar lo conflictivo que resulta la falta de predisposición por parte de los estudiantes hacia algunos temas que son para ellos demasiado abstractos; y

[6]Ver publicación Fereggia, M Miguel, H (2011)

si bien la física es una ciencia natural, y para la explicación de sus fenómenos construye modelos, no fueron nuestros estudiantes los constructores de dichos modelos y muchas veces no les resulta fácil la comprensión de los mismos.

De todos modos, un aprendizaje significativo (Ausubel yNovak 1991) tiene que ver no sólo con la predisposición del alumno a aprender, sino también con que los materiales educativos sean potencialmente significativos.Se buscó entonces, relacionar algunos de los conocimientos existentes en los estudiantes que pudieran enriquecer su aprendizaje con este contenido nuevo.

Por tal motivo consideré interesante no sólo utilizar algún relato de la historia de la ciencia, sino también algún pequeño experimento que permitiera a los estudiantes anclarse en conocimientos ya adquiridos para seguir avanzando y lograr así comprender el nuevo modelo que se les presenta.

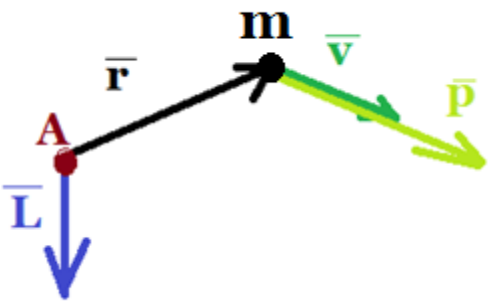
En este artículo quiero presentar una experiencia didáctica sobre el concepto de momento angular de cuerpo y la conservación del mismo que ha sido aplicado para alumnos universitarios que cursan Física 1

Desarrollo de la Experiencia

Con el objeto entonces de lograr un aprendizaje significativo se introduce el concepto de momento angular cuando los estudiantes se encuentran interiorizados en el estudio del cuerpo, según el modelo de cuerpo rígido.

Comenzamos por definir el momento angular (L) para una partícula: el momento angular de una partícula de masa m

con respecto al punto A es igual al producto vectorial entre el vector posición de dicha partícula y el vector momento lineal.



Representación gráfica del momento angular(L) siguiendo la regla de la mano derecha

$$\vec{L}_m^A = \vec{r}^A x \vec{p} \qquad (1)$$

Se analiza el momento angular para un sistema de partículas:

$$\vec{L}_{sistema}^A = \Sigma \vec{L}_i^A \qquad (2)$$

Se deja en claro que el concepto es válido para un cuerpo rígido ya que es un sistema de partículas denso.

Se estudia luego el cambio del momento angular al interpretar el resultado de la derivada del momento angular respecto al tiempo.

$$\frac{d\vec{L}_m^A}{dt} = \frac{d(\vec{r}^A x \vec{p})}{dt} = \frac{d(\vec{r}^A)}{dt} x \vec{p} + \vec{r} x \frac{d(\vec{p})}{dt}$$

$$\frac{d\vec{L}_m^A}{dt} = \vec{v}x(m\vec{v}) + \vec{r}x\vec{F}$$

(el producto vectorial del primer término es cero porque el sen 0° =0)

$$\frac{d\vec{L}_m^A}{dt} = \vec{r}x\vec{F} = \sum M_{exteriores}^A \qquad (3)$$

De (1) y (3) obtenemos

$$\frac{d\vec{L}_{sistema}^A}{dt} = \frac{d\sum \vec{L}_i^A}{dt} = \sum M_{exteriores} \qquad (4)$$

Se hace notar entonces que todo cambio de momento angular guarda una relación con la suma de los momentos exteriores (torques) aplicados al cuerpo, es decir, una vez más encontramos una analogía entre el estudio de la partícula y del cuerpo rígido pues en la partícula la derivada del impulso lineal respecto al tiempo es igual a la suma de las fuerzas exteriores aplicadas en dicha partícula (segunda ley de Newton)

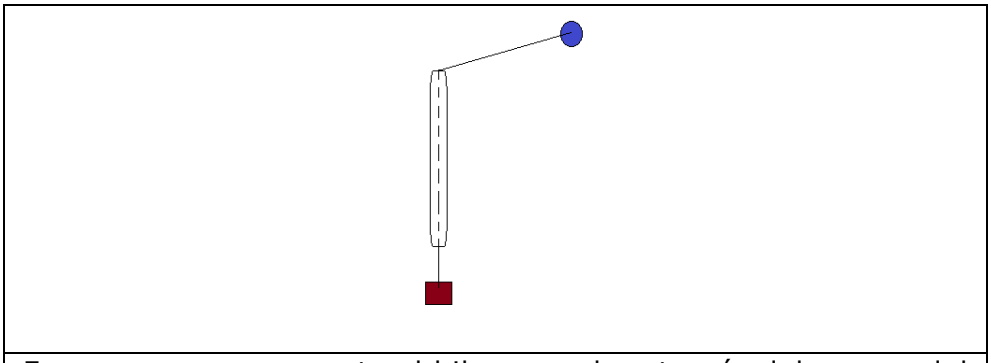
Llegamos así a la siguiente conclusión: si la suma de los momentos (o torques) exteriores es cero, entonces el momento angular se conserva.

$$\sum M_{exteriores} = 0 \Rightarrow \quad L = cte \qquad (5)$$

Se les presenta ahora un experimento sencillo construido con un cartucho vacío de unbolígrafo, un tozo de hilo, una esfera de plástico y una llave.

Se hace pasar el hilo por el cuerpo de un bolígrafo y se atan en sus extremos la esfera y la llave. Se extiende el hilo lo más posible de modo que la esfera quede separada del cuerpo

delbolígrafo. El docente mantiene hasta este punto oculta la llave en su mano.

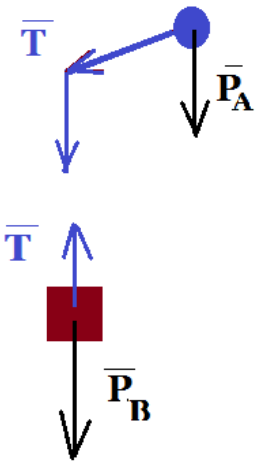


Esquema que representa el hilo pasando a través del cuerpo del bolígrafo

Se hace rotar la esferita alrededor del cuerpo del bolígrafo, pidiéndoles a los estudiantes que estén atentos para poder describir lo que ocurre.

En un determinado instante, se suelta la llave, que tirará de la esfera haciéndola describir un movimiento que la irá acercando al cuerpo delbolígrafo.

Se realiza entonces el diagrama de cuerpo libre y allí se les muestra la importancia de la elección adecuada del punto A como centro de momentos



Diagramas de cuerpo libre del experimento para la esfera y llave

De la ecuación (5)

$$\sum M^{A} = \vec{r}x\vec{F} = \vec{r}x\vec{T} = 0$$

$$L_{antes} = L_{después}$$

$$m.v_1.R_1 = m.v_2.R_2$$

Como m puede cancelarse obtenemos

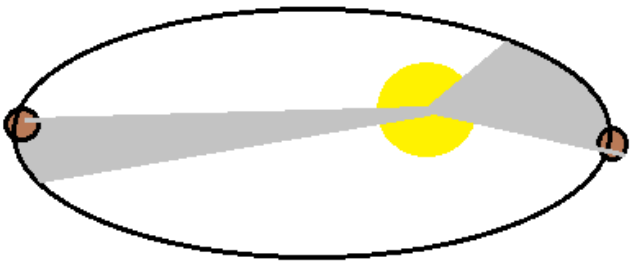
$$v_2 = \frac{v_1.R_1}{R_2} \qquad (6)$$

Se repite este experimento varias veces, haciendo notar a los estudiantes varios conceptos. En primer lugar, que la velocidad de la esfera es independiente de su masa. En segundo lugar, que este nuevo concepto nos permite hallar el valor de dicha velocidad en un determinado instante que de otro modo sería muy complejo calcular, (porque la esfera no realiza un movimiento circular en cada punto pues el radio cambia a cada

instante). En tercer lugar, la posibilidad de definir las llamadas "fuerzas centrales" como las fuerzas colineales al vector posición.

Una vez en este punto, se hace mención a un ejemplo de la historia de la ciencia. Se les presenta el relato de la medición experimental de la segunda ley de Kepler: "Los planetas al recorrer su órbita lo hacen barriendo áreas iguales en tiempos iguales".

Es aconsejable hacerles notar a los estudiantes la importancia del modelo y cómo, a la luz de Newton, este fenómeno es una explicación de la conservación del momento angular.



Esquema que representa la Segunda Ley de Kepler donde el planeta barre áreas iguales en tiempos iguales

Puede mostrarse mediante este ejemplo la presencia de fuerzas centrales del planeta al Sol y además hacer notar que en el momento en que el planeta se encuentra más cercano al Sol, la velocidad de traslación de dicho planeta es mayor; mientras que si la distancia que los separa esmayor, la velocidad es menor.

Del análisis de la conservación del momento angular en la partícula podemos pasar al análisis del momento angular en un sistema de partículas.

Se hace alusión entonces a lo que sucede en las estrellas llamadas "gigantes rojas". En una etapa de su evolución, dichas estrellas se "inflan", lo cual puede explicarse con un aumento del momento de inercia.

Se remarca así el concepto de que la no presencia de fuerzas exteriores actuando en el sistema asegura la conservación del momento angular.

En estas condiciones, la velocidad angular de dichas estrellas será menor. Este es el motivo por el cual los astrónomos registran que el período de rotación de las mismas aumenta. Nuevamente de la ecuación (5)

$$\mathrm{L}_{\text{antes}} = \mathrm{L}_{\text{después}}$$

$$m_1.v_1.R_1 = m_2.v_2.R_2$$

$$m_1.w_1.{R_1}^2 = m_2.w_2.{R_2}^2$$

Y como $I = mR^2$

$$I_1.w_1 = I_2.w_2$$

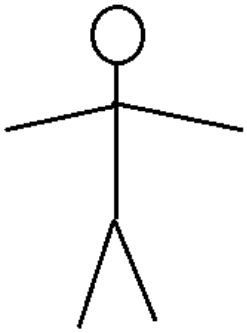
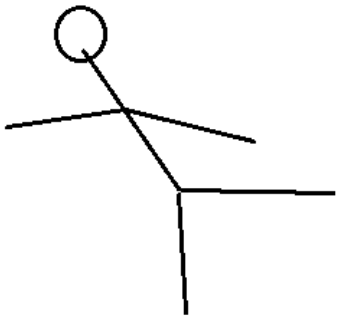
$$I_1.\frac{2\pi}{T_1} = I_2.\frac{2\pi}{T_2} \qquad (7)$$

Resulta productivo hacerles notar a los estudiantes un sinfín de situaciones observables en su vida cotidiana, que son explicadas a la luz de este modelo.

En lo personal, me gusta continuar con el análisisdel movimiento de las patinadoras sobre hielo, quienes conocen

empíricamente el manejo de su cuerpo y los cambios de momento de inercia.

Ellas realizan sus giros con los dos brazos estirados (figura A) y luego los juntan al cuerpo (figura B), con esta acción logran disminuir 3 veces su momento de inercia, aumentando entonces al triple su velocidad de rotación. Incluso podemos observar que muchas veces terminan sus rutinas con una de sus piernas y ambos brazos estirados (figura C), esto no sólo produce una agradable situación estética, sino que también les permite aumentar su momento de inercia hasta 6 veces, reduciendo así su velocidad de giro en la misma proporción.

		
Figura A	Figura B	Figura C

Es interesante cerrar un tema con alguna aplicación tecnológica, que suele ser muy motivadora, no solo para futuros docentes sino también para estudiantes de ingeniería.

En este momento se utiliza un helicóptero de telgopor que funciona a control remoto. Se ubica dicho juguete sobre la mesa y se hace notar a los estudiantes que el momento angular

del helicóptero es cero y, de no existir momentos exteriores el momento angular, debe seguir siendo cero.

A dicho helicóptero se le ha quitado el rotor de cola con lo cual al ponerlo en movimiento si la hélice gira en una dirección, el cuerpo del helicóptero lo hace en la dirección contraria. Así se corrobora que antes y después la suma de los momentos angulares sigue siendo cero.

Los estudiantes pueden ver así la importancia que tiene la construcción de modelos para las diversasaplicaciones tecnológicas y llegan a este punto con un buen nivel de comprensión del tema, el cual se profundizará con la resolución de diversos problemas.

Conclusión

Nuestras clases deben incluir diversas estrategias. Los nuevos conceptos se ven fortalecidos no sólo con el soporte de la historia de la ciencia sino también con el conjunto de ejemplos tomados de la vida cotidiana. La realización de experimentos sencillos, su interpretación y explicación, suma alternativas al trabajo de laboratorio favoreciendo la motivación y logrando una mayor comprensión del tema.

Bibliografía

Alonso,M y Finn, E.J. (1995). *Física*. U.S.A.: Ed Addison-Wesley Iberoamericana.

Aristóteles. (2001). *Física*. México: Universidad Nacional Autónomo de México.

Ausubel, D. Novak J. D., Hanesian H (1991). *Psicología Educativa: un punto de vista cognitivo*. México. Ed. Trillas.

Boido, G. et al. (1988) *Pensamiento científico*. Buenos Aires: Pro-Ciencia. Conicet. Programa de perfeccionamiento docente.

Fereggia, M Miguel, H (2011) *Caída de los cuerpos*Córdoba. Trabajo Publicado en las Memorias de XVII Reunión Nacional de Educación en la Física

Gardner, H. (1987) *La nueva ciencia. Historia de la revolución cognitiva* Buenos Aires: Ed. Paidós.

McCloskey, M. (1983)."*Intuitive Physics" Scientific American*.Vol. 248 (4), pp: 114.

Pozo, J. I.(1998) *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Ed. Morata.

Sears-Zemansky-Young (1986). *Física Universitaria*. México: Fondo Educativo Interamericano

Veglia Silvia (2007) *Ciencias Naturales y aprendizaje significativo*. Buenos Aires: Ed Novedades Educativas.

De la Importancia de la Geometria para el Aprendizaje de la Fisica

Giordano, Marcela Claudia

Instituto Ortega y Gasset ,Mar del Plata

mcgdebajac@hotmail.com.ar

Resumen

Se establece una dialéctica entre dos ciencias: geometría y física.

La primera se aborda desde las concepciones piagetianas, que nos remiten a las formas en que el sujeto se apropia del espacio. La segunda, en su forma más abstracta, donde la ecuación es solo un instrumento.

En La construcción de lo real en el niño, (Piaget 1937) el autor muestra los procesos de apropiación del espacio que desarrolla el niño. Un espacio que se compone de haces de percepción a los que el infante acomoda sus escasos y precarios movimientos. El espacio circundante es para el niño una aventura, un misterio por descubrir. Se apropiara del mismo interactuando con él, del mismo modo que nace la geometría

como ciencia empírica, estableciendo relaciones entre el hombre y el espacio circundante. Es el mismo espacio donde se describen los movimientos de la física clásica y que se constituye en una nueva dimensión espacio-tiempo para Einstein.

¿Qué amplitud tiene el ángulo de giro que el bebé realiza sentado en el suelo para alcanzar con la vista el lugar de donde procede el sonido que percibe? La geometría y la física conviven en el juego abriendo caminos que conducen a la representación, a posteriori de esos movimientos, mediante elementos de geometría, con la certeza total que brinda la internalización del contenido. Un punto, una particula independiente. Una recta, la trayectoria de un móvil. El espacio que ocupa un planeta y el lugar que ocupa un electrón. El desafío consiste en la implementación áulica: desde la intencionalidad pedagógica de esta articulación de contenidos que seguramente no figuran en lo prescripto, pero que resultan obvios desde el punto de vista del observador docente-científico.

Del Pizarrón al Facebook para la Enseñanza de la Física: ¿Podemos Vivir (Enseñar) sin las TIC?

Vicario, Jorge[(1)]; Fernández, Adriana[(1)];
Amieva, Rita[(1)]; Ortiz, Félix[(2)]

1: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).
2: Facultad de Ciencias Exactas, Físico. Químicas y Naturales (UNRC).
jvicario@ing.unrc.edu.ar

Resumen

Se describe el proceso de adaptación al avance de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), por parte de un proyecto tendiente a facilitar el aprendizaje de la Física en alumnos que aspiran a iniciar una carrera de Ingeniería. El proyecto se inició en 1999 como una propuesta de enseñanza a distancia por medio de material impreso y al año siguiente se subió a la web en el formato de hipertexto. En 2005 se mudó a una plataforma virtual y ahora convive con una experiencia en Facebook que busca solucionar el problema de la baja interacción

por parte de los alumnos. Se presentan algunos resultados en cuanto a mejoras de los niveles de rendimiento académico y se discuten alternativas hacia el futuro.

Palabras clave: Educación con TIC; Aprendizaje virtual; Física; Facebook en educación.

Introducción

Las TIC están definitivamente incorporadas a nuestras vidas. Tanto en los aspectos sociales cuanto académicos, hoy resulta muy difícil pasar un día sin acceder a Internet para corroborar algún dato o utilizar el correo electrónico. De hecho, las TIC modificaron las relaciones interpersonales pudiendo definirse una nueva manera de interactuar con el medio. Batista y otros (2007) señalaron la importancia de las TIC tanto en la producción de bienes y servicios como en los procesos de socialización que se dan en una instancia educativa. A su juicio, la importancia de las TIC radica en el poder para mediar en la formación de opiniones, valores, expectativas sociales, modos de sentir, pensar y actuar sobre el mundo. Y en este contexto social, sostienen que la escuela (y la educación en general) debe también garantizar la alfabetización digital de niños y jóvenes, permitiendo el ingreso a los lenguajes digitales.

Puestos a destacar las virtudes facilitadoras de las TIC, estos autores enumeran que su utilización posibilita: procesar datos de manera rápida y fiable, automatizar tareas, almacenar grandes cantidades de información, establecer comunicaciones diacrónicas y sincrónicas, aprender y trabajar colaborativamente,

producir contenidos y publicarlos en la Web y participar en comunidades virtuales de aprendizaje.

Varios son los autores que describen la fuerte expansión de las TIC en los últimos tiempos y cómo se han convertido en un elemento de simpatía entre los jóvenes por lo que es posible utilizarlas para potenciar su aprendizaje. De hecho, en todo el mundo se realizan importantes inversiones en computadoras e insumos, como también fuertes esfuerzos en la introducción de propuestas educativas que incorporen TIC como recursos para el aprendizaje (Valeiras, 2006). Basta mencionar las inversiones realizadas en la Argentina para la puesta en marcha de la propuesta Conectar Igualdad, que provee de netbooks a los alumnos de escuelas públicas, en un proceso que ya está siendo estudiado por numerosos grupos de investigación.

Por otra parte, gran parte de los docentes utilizan las TIC para comunicarse con sus alumnos por correo electrónico, para bajar materiales educativos de Internet, para crear blogs con sus materiales o para trabajar con sus alumnos en plataformas virtuales rentadas o de libre acceso, como Moodle o Claroline. Existe entonces un marcado interés por el tema y una preocupación por capacitarse y capacitar a sus alumnos también, ya que –como bien se establece en los fundamentos de Conectar Igualdad- la utilización de las TIC en educación no es solamente el uso de las nuevas tecnologías, sino también el aprendizaje de competencias en gestión de información, comunicación, intercambio con los demás, capacidad de innovación y actualización permanente.

Crecimiento tecnológico

En el caso del grupo de docentes responsables de las actividades de ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UNRC, en el área de Física, podemos decir que la experiencia de educación a distancia se inició en 1999, con la elaboración de un material impreso para que los aspirantes al ingreso pudieran hacer un curso al que denominamos de "preingreso" o "preuniversitario". Este curso se sumaba como una alternativa al tradicional curso de ingreso presencial que la Facultad viene ofreciendo desde los años '70, en el mes de Febrero. Por su intermedio, los aspirantes podían comenzar a prepararse un semestre antes de ingresar a la Universidad, mientras cursaban todavía el último año del Nivel Medio.

Al año siguiente, el curso se instaló en Internet bajo el formato de un hipertexto con enlaces hacia distintas páginas vinculadas con la enseñanza de la Física, y se estableció un formato de comunicación multidireccional entre el docente tutor y los alumnos, y entre los mismos alumnos, con una lista de distribución por correo electrónico.

Así funcionó hasta el año 2005, habiéndose observado que el curso preuniversitario promovía en los alumnos una mejora en su rendimiento académico –medido en las evaluaciones de ingreso-, como así también una clara mejora en sus representaciones mentales acerca del movimiento de los cuerpos, tema que desde mediados de los 80 es el objeto de estudio central de los miembros del grupo que forman parte del Programa de Investigaciones Interdisciplinarias en el Aprendizaje de las Ciencias, subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC , y por otros organismos oficiales (Vicario y otros, 1994). Esto se fue trabajando en el grupo desde el concepto de modelo representativo bajo la Psicología Evolutiva de Piaget (Moreno Marimón, 1988), para pasar luego a la teoría de los

modelos mentales que propone la Psicología Cognitiva (Gardner, 1993), analizados a partir de las explicaciones proposicionales y gráficas a las que acuden los alumnos para argumentar acerca del movimiento de los cuerpos, (Norman, 1990).

En el año 2005, con la creación del SIAT (Sistema de Apoyo a la Teleformación) diseñado por colegas de la Facultad de Ciencias Exactas y puesto a disposición de los demás docentes de la UNRC, el grupo decide mudar su experiencia de aprendizaje virtual a esta plataforma virtual. Se entiende que el SIAT ofrece una gran interactividad y favorece la tarea de los docentes-tutores ya que permite al alumno:

a) extraer contenidos y actividades;

b) enterarse de novedades,

c) participar de foros de discusión;

d) comunicarse por e-mail con el tutor y con sus compañeros;

e) enterarse de los resultados de sus evaluaciones y acceder a las evaluaciones resueltas (Vicario y otros, 2006).

Este curso se sigue ofreciendo todavía bajo la denominación de Taller de Preparación para el Ingreso a la Facultad de Ingeniería y, más allá de algunos cambios formales en su validez como acreditación para el ingreso, ha tenido resultados positivos (Fernández y otros, 2012), algunos de los cuales se mencionan a continuación:

-En estudios realizados a lo largo de 12 años de trabajo, se observó que –en promedio- los alumnos que hacían el curso preuniversitario *on line* tenían un porcentaje de aprobación del 25/30 % en una evaluación de diagnóstico que se tomaba en Diciembre, mientras que

quienes no hacían el curso aprobaban solamente en un 5/10 %.

-El nivel de aprobación crecía al 35% si se consideraba el nivel de interacción virtual: mayor participación en los foros y envío y discusión de actividades. En el Anexo se muestra una captura de imagen sobre un tramo del foro de discusión sobre las leyes de Newton.

-Se determinó también que los alumnos que hacían el curso por Internet aprobaban en un 50 % en la evaluación de diagnóstico de Febrero, en tanto que quienes lo hacían por el módulo impreso aprobaban en un 40 %.

-Prácticamente ninguno de los aspirantes que no aprueba los exámenes de ingreso logra regularizar la asignatura Introducción a la Física, la primera Física que cursan en cualquiera de las carreras de Ingeniería.

¿Por Qué Facebook?

Desde el punto de vista de la metodología utilizada en cuanto a las TIC, está claro que la experiencia descripta hasta aquí responde a lo que se conoce como e-learning. Un sistema donde el profesor cumple el rol de tutor on line y su herramienta de trabajo, en vez de ser un pizarrón, es Internet. Como las clases no son presenciales, el profesor aprovecha todos los recursos informáticos para que el curso on-line sea más fácil, dinámico y atractivo. En este caso, a través de la plataforma virtual SIAT.

El problema surgió cuando el grupo quiso utilizar la misma herramienta informática, la plataforma del SIAT, como

recurso de apoyo para favorecer el aprendizaje de las asignaturas de Física del primer año de las carreras de Ingeniería que se ofrecen en la Facultad (Electricista, Mecánica, Química y Telecomunicaciones). Como está formalmente prohibido dictar una asignatura totalmente on-line (e-learning) en una carrera aprobada como presencial, se trató de montar una experiencia de b-learning, semi presencial, donde el profesor cumple dos roles, el tradicional en el aula y el de tutor on-line.

Se partió de la premisa de que la combinación de ambas estrategias le otorga al proceso de aprendizaje una mayor flexibilidad e inmediatez, tanto en la evacuación de dudas como en la resolución de problemas. Permite mayor rapidez en el acceso al material de estudio y facilita la interacción con el docente y entre los mismos alumnos cuando no se está en clase. El problema fue que muy pocos alumnos de las asignaturas Introducción a la Física (primer semestre) y Física (segundo semestre) se entusiasmaron con la idea de seguir utilizando la plataforma SIAT. Si bien no lo expresaron taxativamente, la participación en la plataforma disminuyó notablemente con respecto a lo que ocurría en el curso de pre-ingreso. La excusa esgrimida en forma generalizada era que para ingresar en el aula virtual de la plataforma había que cumplir con varios pasos, además de estar registrados con nombre de usuario y contraseña.

Del intercambio de ideas con expertos en Informática y en Ciencias de la Comunicación de nuestra universidad, surgió la posibilidad de utilizar algunas redes sociales tan en boga entre los jóvenes como Facebook o Twitter. Por otra parte, en una encuesta tomada a los estudiantes, estos manifestaban su predisposición a utilizar las redes sociales como un medio de comunicación al que acudían a diario.

La idea prendió entre algunos miembros del grupo y es así como se decidió encaminar la experiencia de b-learning hacia el uso de un Facebook creado por los responsables de la asignatura. Fueron dos, en realidad, uno denominado Introfísica, para la asignatura del primer semestre, y el otro Física, para el segundo, correspondientes a las comisiones de resolución de problemas de la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones.

La propuesta consistía en utilizar el Facebook como herramienta de comunicación, fundamentalmente, para acordar clases de consulta, avisar sobre cualquier cambio de horario de las clases presenciales, informar sobre los prácticos de laboratorio y dar a conocer las calificaciones de las evaluaciones parciales, entre otras actividades.

Al mismo tiempo, el profesor invitó a los alumnos a formular en el Facebook cualquier duda que tuvieran sobre cuestiones conceptuales o la resolución de algunos problemas. La idea es que este espacio virtual comenzara a funcionar también como un foro de discusión que facilitara el aprendizaje colaborativo.

Algunos resultados

Esta experiencia se inició a mediados de 2012, por lo que los primeros registros de la actividad corresponden a la asignatura Física, del segundo semestre. Además del Facebook propiamente dicho, dentro de éste se creó un grupo cerrado donde los integrantes reciben on-line cualquier comentario que se haga en el grupo, y en el que además se pueden transferir archivos como materiales de lectura o actividades.

Se trataba de un curso de alrededor de 20 alumnos estables, en cursada normal, de los cuales 13 adhirieron al grupo

cerrado Física (la adhesión es voluntaria, el profesor sólo los invita a unirse al Facebook primero y al grupo después). Por otra parte, el Facebook tenía 31 amigos porque también habían solicitado participar alumnos de otras carreras.

En esta primera experiencia no hubo demasiada participación de parte de los alumnos, ya que cada comunicación que hacía el profesor era vista por apenas dos o tres miembros por vez (no eran siempre los mismos). Tampoco formulaban dudas o mencionaban algún problema que quisieran discutir. Sólo se generó algún intercambio de ideas cuando el profesor les propuso analizar una pregunta del libro de texto (Resnick y Halliday) acerca del concepto de cantidad de movimiento. En el Anexo se muestra también parte de ese diálogo en una captura de imagen del Facebook.

La situación tuvo algunos cambios positivos en el primer semestre de este año, en la asignatura Introducción a la Física. El curso tenía 65 alumnos de cursada normal y al Facebook adhirieron 109 alumnos, ya que también había varios de otras comisiones, y además pidieron participar alumnos que ya habían cursado la asignatura en años anteriores y querían mantenerse en contacto antes de rendir el examen final. Por otra parte, muchos alumnos que no eran de la comisión, quisieron participar del grupo cerrado, que llegó a tener 90 amigos. Y fue notorio el interés por enterarse de las comunicaciones del profesor; cada aviso de notas o de horarios de consulta era visto por prácticamente la totalidad del curso.

Persistió, sin embargo, la falta de participación masiva en cuanto al planteo de inquietudes o de discusión de problemas, aunque en esto hay que decir que las cuestiones que se llegaron a abordar requerían de aplicaciones matemáticas que no facilitaban el intercambio de opiniones, más allá de comparar uno que otro resultado.

	F 2012	IF 2013
Número de amigos del Facebook	31	109
Número de integrantes del grupo cerrado	13	90
Número de alumnos del curso	20	65
Número de alumnos que leen los avisos del docente	3	70
Nivel de participación en discusiones grupales	Escasa	Escasa

Nivel comparativo de participación en Facebook

Se destaca, de todas maneras, que –tal como ocurriera con la experiencia del pre ingreso a través del SIAT- los pocos alumnos que tuvieron algún tipo de participación en la discusión de situaciones problemáticas, tuvieron mejor rendimiento académico.

Algunas Conclusiones

Se considera que una sola experiencia en cada curso no es suficiente para sacar conclusiones terminantes en cuanto a la utilidad de las TIC –Facebook en este caso-, como recurso de aprendizaje en una experiencia de b-learning.

No obstante, se entiende que su empleo fue bien recibido por los alumnos, al punto que su participación fue creciendo con el tiempo, no sólo entre curso y curso, sino también a medida que se desarrollaba la experiencia del último

semestre. Al menos como una herramienta de comunicación que facilitó la administración formal del curso.

Queda como tema pendiente el lograr una mayor participación en las situaciones problemáticas planteadas por el profesor o que ellos mismos formulen con mayor soltura sus dudas e inquietudes.

Se rescata, aunque no de manera concluyente, el hecho de que los alumnos que demuestran un interés mayor por interactuar con el docente y entre ellos, sean quienes obtienen mejores resultados académicos. La salvedad, en este caso, es que son los alumnos más favorecidos por sus aprendizajes previos o por su interés por la asignatura, quienes se predisponen mejor hacia la utilización de estas herramientas.

Se reconoce también que los resultados podrían ser mejores si el profesor –que actúa como docente – tutor en Facebook- les propusiera un mayor diálogo o les acercara más material de lectura como disparador para una posterior discusión.

Aspectos estos, sobre los que el grupo se propone seguir trabajando en los próximos semestres, buscando también la posibilidad de sumar algún otro recurso informático o algunas otras aplicaciones del Facebook que pudieran contribuir a mejorar el aprendizaje.

Se agradece el apoyo de la Facultad de Ingeniería y de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC, para el desarrollo del Programa de Investigaciones Interdisciplinarias del Aprendizaje de las Ciencias (PIIAC), del que forman parte los autores del trabajo.

Bibliografía

Batista, M. A. y otros (2007). *Tecnologías de la información y la comunicación en la escuela*. Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. Disponible en www.me.gov.ar/curri-form/publica/tic.pdf (Marzo 2013).

Fernández, A. y otros (2012). Avances y limitaciones de una propuesta de aprendizaje virtual de la Física. Terceras Jornadas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico – Tecnológicas. San Juan (Argen-tina).

Gardner, H. (1993) "La mente no escolarizada". Barcelona-Buenos Aires: Paidós.

Johnson Laird, P. (1990) "El ordenador y la mente". Barcelona: Paidós

Moreno Marimón, M. (1988) "Imaginación y Ciencia. Ciencia, aprendizaje y comunicación". Barcelona: Editorial Laia, Cuadernos de Pedagogía.

Valeiras N. (2006) Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias. España: Universidad de Burgos Ed. pp 17-39.

Vicario, J. y otros (1994) "El aprendizaje como superación de modelos representativos". International Conference "Science and Mathematics Education for the 21 st. Century". Concepción (Chile). Páginas 599-607.

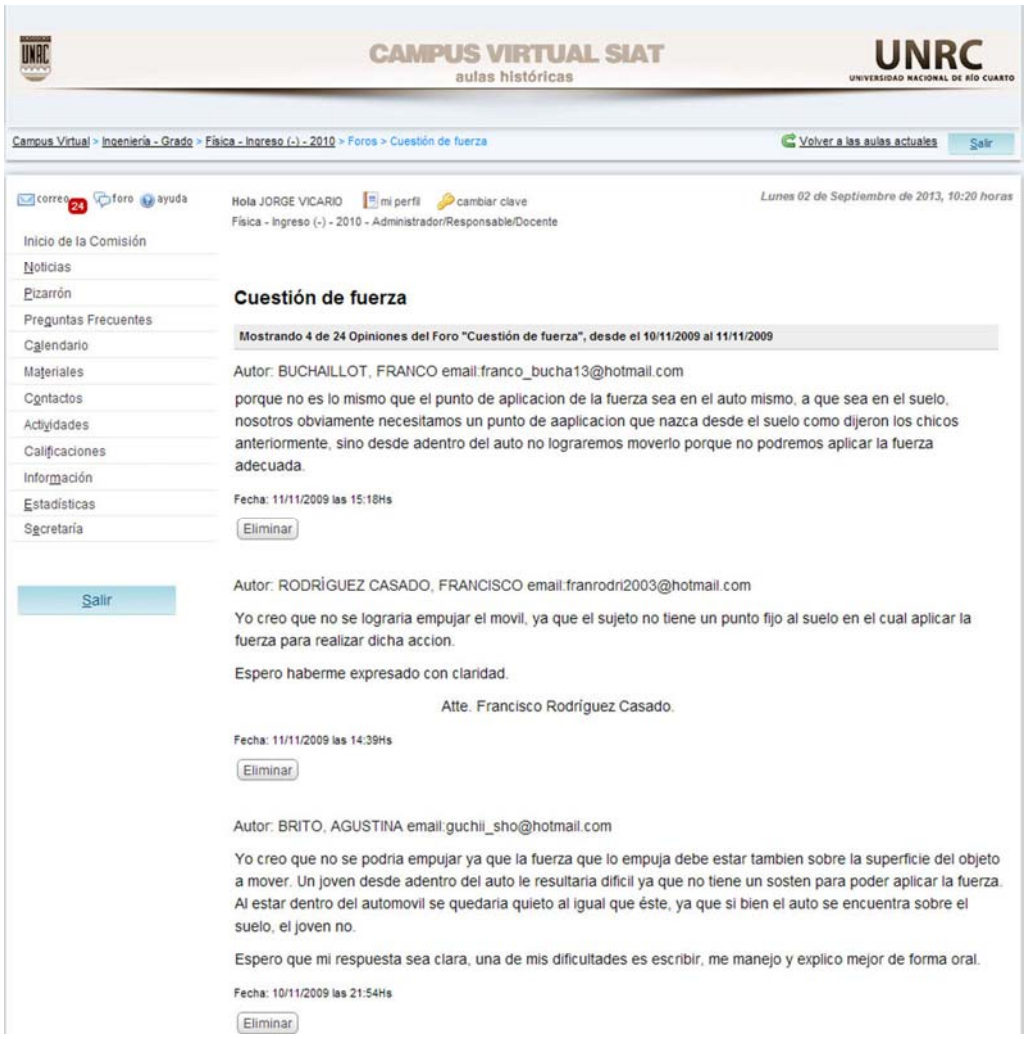
Vicario, J. y otros (2006) "Del hipertexto a la plataforma virtual: una experiencia de aprendizaje en Física preuniversitaria", en *Experiencias Docentes en Ingeniería*. *Desde el ingreso a la práctica profesional supervisada*. Argentina: Editorial Universidad Nacional de San Luis.

Anexo

Situación problemática discutida en Facebook con estudiantes de Física en el segundo semestre de 2012:



La siguiente imagen refleja parte de una discusión sobre las Leyes de Newton en el Foro de discusión de la plataforma virtual SIAT, en el curso de pre ingreso para el ciclo lectivo 2010:



Desarrollo de Material Didáctico Alternativo para Experiencias de Física en el Aula. Una Iniciativa de Futuros Formadores en Física

Beltramino, Nicolás[(1)]; Devoto, Emanuel[(1)];
Puig, Florencia[(1)]; Suluaga, Juan[(1)].
Docente a cargo del Equipo de Alumnos para este trabajo:
Walz, María Virginia[(1,2)].

1: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos;
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos.
2: Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Entre Ríos.
puig.florencia@gmail.com; nico_velez_15@hotmail.com

Resumen

Para toda ciencia experimental, las experimentaciones deberían jugar un papel fundamental en su enseñanza en cualquier nivel. Los trabajos de laboratorio en la enseñanza ayudan a los educandos a lograr un mejor conocimiento de los conceptos como a apreciar de qué manera muchos conceptos y teorías dependen de los resultados del trabajo experimental. Asimismo, la práctica dota al alumno de algo de pericia para

hacer experimentación, incluyendo una cierta habilidad para el diseño de experimentos, las técnicas de medición, el análisis de los datos, la interpretación de los resultados y la elaboración de informes.

Bajo este marco teórico, alumnos avanzados del Profesorado en Física proponemos un recurso didáctico no formal, alternativo, a partir del desarrollo de un kit de experimentaciones cualitativas, sencillo y manejable, como una táctica más de enseñanza-aprendizaje de la física en los diferentes niveles educativos en general y en el ciclo secundario en especial.

Esperamos que el alumno explore, experimente, interprete, produzca respuestas y aplicaciones, y las comunique. Además, desde la posición docente, observar cómo viven la experiencia; es decir, les interesa, los entusiasma, lo quisieran comunicar y reproducir a otros como por ejemplo a su entorno familiar…

Palabras Clave: Enseñanza; Estrategias experimentales; Interactividad; Motivación.

Introducción

Hoy en día, inclusive en la práctica docente de la educación superior, es frecuente encontrar excesiva preocupación por el formalismo y la estructuración por un lado, y por el otro, una conducta docente didáctica-pedagógica que centraliza enseñar física desde la memorización de conceptos, leyes y principios, atravesándola ocasionalmente con actividades de laboratorio y experimentación que ayude a integrar aquellos.

Aunque son vastas y poderosas las maneras y los medios para concretizar y reproducir fenómenos físicos, desde la demostración, observación y/o experimentación, con la utilización de materiales sencillos, del entorno, y de bajo costo, la construcción fácil y el montaje rápido, in situ, de experiencias de física eléctrica, óptica, magnética, acústica, muchísimas de la vida cotidiana y del medio, en la práctica docente no es fuertemente habitual acercar la experimentación a la apropiación de conocimiento.

Por otra parte, cabe puntualizar lo que es de público conocimiento respecto a los numerosos factores que de una u otra manera afectan el funcionamiento de los espacios educacionales y curriculares. Inconvenientes estructurales para el desarrollo de actividades prácticas, restricciones, limitaciones, carencias y faltantes de materiales, instrumentos, capacitación docente, disminución de la carga horaria de disciplinas experimentales en el diseño curricular argentino de la educación primaria y secundaria, escaso recurso económico, forma parte de los numerosos problemas que contribuyen a que la calidad del conocimiento científico de nuestros alumnos esté comprometida.

Además y desde otro lado de análisis, es necesario cambiar la visión de que la física (y la ciencia en general) es "aburrida" (Mattei, 2007); debida en parte a que la física que generalmente se estudia en las escuelas está desvinculada de su carácter de ciencia empírica. Puede dar cuenta de esto, la falta de entusiasmo y decisión para armar experiencias simples, sencillas, modestas, atrayentes; la inseguridad o imposibilidad de transmitir conocimientos modernos y específicos y conjugarlos e integrarlos, entre otras; por el otro, la carencia de actitud para aprender, para conocer más y mejor, el aburrimiento ante lo que asombra... Lamentablemente, muchos alumnos son receptores pasivos y no contribuyen a la construcción de su propio

conocimiento. Paralelamente, estamos al tanto de la gran preocupación de los docentes de las Ciencias Naturales en un sentido amplio y de los formadores de futuros formadores en Física en particular, en buscar estrategias didácticas que salven esas dificultades y favorezcan el aprendizaje significativo; esencialmente, en cómo atrapar el mundo real y reabrirlo en el aula, haciendo que el alumno, de primaria, secundaria y superior, sea partícipe de este redescubrimiento.

Asimismo, es preciso reconocer que toda vinculación entre el sistema de educación superior y el espacio escolar, puede resultar en una gran oportunidad para contribuir a la divulgación científica y/o tecnológica. De igual manera, la universidad tiene mucho para aportar a la enseñanza de la Física en las escuelas desde la fase experimental, trabajos de laboratorio y construcción de recursos didácticos no formales.

El presente desarrollo es llevado a cabo por alumnos avanzados del Profesorado en Física de la FCyT (UADER), guiados por su docente, que ya están realizando sus prácticas pedagógicas disciplinares en distintos establecimientos educativos del nivel secundario, utilizando para el preparado de sus exposiciones áulicas bibliografía general y específica y manuales de estudio, además de un recurso didáctico alternativo no convencional, en una etapa inicial de prototipos individuales. Por longitud solicitada para la presentación de los trabajos escritos en este importante evento, es que decidimos presentar el detalle de sólo dos experiencias, una referida a circuitos eléctricos y caída de tensión y la otra a transformación energética.

Marco Teórico

Pensando desde un sentido en la fuerte tendencia actual de considerar al alumno como un sujeto partícipe activo de su proceso de aprendizaje; y por el otro sentido, que el futuro formador tendrá que ser conciente de esta transformación y procurar oportunidades de innovar en la enseñanza, alternativas didácticas-pedagógicas diferentes y motivadoras, para que los aprendices exploren, desde otras miradas, la capacidad que tienen de indagar, investigar, crear, desarrollar y modificar la forma de ver la realidad física, para aprender desde el hacer.

En concordancia con este marco de referencia y contexto de trabajo, y como recurso didáctico alternativo para sus clases, este grupo de trabajo ha diseñado un kit didáctico de experiencias con el propósito de desnaturalizar lo cotidiano y materializar lo abstracto a través de la experimentación y la curiosidad por saber, tratando de que los alumnos aprendan practicando.

Para este trabajo es necesario reconocer y reconceptualizar materiales, aparatos, elementos, partes, que se deban crear o que ya están, a los efectos de montar el kit como recurso didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales en general y de la física en particular, para alumnos del nivel secundario, sin dejar de atender la cota tecnológica que conlleva.

Se ha trabajado y experimentado con un escenario modelo, en forma individual, en bloques prototipos de cada eje temático con alumnos y docentes de varias instituciones educativas de la ciudad de Paraná visitadas por el grupo de trabajo, previo contacto con autoridades y docentes, como prueba piloto del nuevo diseño, arrojando alentadores resultados.

Cabe mencionar que en cada grupo de trabajo se observan características particulares en los alumnos, por eso es muy importante la tarea del coordinador para lograr resaltar los aspectos positivos de los chicos y neutralizar los negativos. Según Bacas y Martín-Díaz (Pozo y Gómez Crespo, 1998) hay distintos estilos de alumnos en función de su motivación hacia las ciencias: los curiosos, que tienen mucho interés por aprender que se sienten satisfechos por la exploración y manipulación, los concienzudos, que sólo trabajan con la afirmación del profesor, en este caso coordinador, el sociable, que tiene buenas relaciones de amistad, y por último los alumnos que buscan el éxito, compiten con los demás para lograrlo, están motivados para el descubrimiento.

Es así que los alumnos responden de distintas formas, sus efectos son diferentes, y lo que los motiva a ser activos y participativos en las actividades que el docente ha programado para desarrollar en el aula es algo difícil de encontrar, por ser la motivación humana una variable no observable. No obstante, la predisposición a realizar actividades está en estrecha relación con el estímulo que genera una atmósfera positiva. Aquello que tienda a que el individuo se movilice sí mismo es lo que produce los mejores resultados en los procesos y aprendizaje.

Descripción de la Experiencia Propuesta. Metodología

El equipamiento consta de diversos bloques temáticos: física de los colores y las sombras, mecánica de brazo de palanca y poleas, física de circuitos eléctricos y caída de potencial, transformaciones energéticas, incluyendo in situ la descripción y explicación física de una instalación básica de audio. En este

trabajo sólo exponemos dos de ellas: circuitos eléctricos y caída de potencial y transformaciones energéticas.

El kit se presenta como un conjunto de escenarios individualizados por eje temático, pero a la vez con la posibilidad de relacionarlos, montado en una única base. La base estructural y de cada escenario esta armada con placas de fibrofácil y en cada construcción se prioriza la utilización de materiales cotidianos, de bajo costo y de fácil adquisición.

Con el propósito de provocar la curiosidad y llamar la atención del alumno, se propone un área de trabajo que sea práctico para poder manipular los elementos y disfrutar experimentando y adecuadamente amplio para que lo que acontece en cada escenario se visualice y observe en detalle.

Para el diseño de este kit de experimentación se ha convenido en lo siguiente: a) Que cada escenario constituya un bloque temático de experimentación, que sea funcional individualmente, pero pensado para que a su vez, en el futuro, puedan entre sí vincularse. Sobre la base común los bloques podrán ensamblarse entre sí. b) Que los elementos y materiales que se utilicen para el armado del kit y para el montaje de las distintas experiencias sean de fácil adquisición y reposición, de bajo costo y universales. d) Que permita agregar futuras experiencias y así mantener una continua mejora y ampliación del kit. e) Que sea de fácil armado, desarmado y reparación. f) Que favorezca la adaptabilidad de elementos y materiales así como el agregado de futuros escenarios. g) Que sea robusto y resistente al uso.

El esquema de la figura 1 detalla las partes constituyentes de este kit didáctico de escenarios de experimentación.

A continuación describimos las dos experiencias de trabajo que hemos elegido para presentar en este trabajo y comentamos las observaciones, preguntas y conclusiones que entre los alumnos han ido surgiendo durante el desarrollo de cada una de ellas.

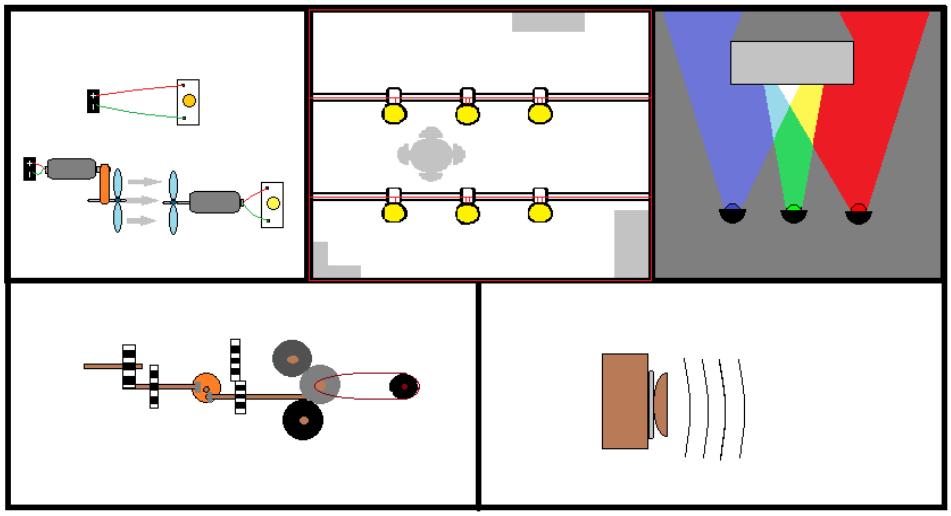


Figura 1: Esquema de la plataforma didáctica de escenarios de experimentación.

Escenario 1: La Energía y sus transformaciones

Justificación de la experiencia

En la naturaleza se observa que las plantas crecen, los animales se trasladan y que las máquinas y herramientas realizan las más variadas tareas. Estas acciones sólo ocurren gracias a que actúan en ellos algún tipo de energía.

La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren

en la naturaleza; como cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo; también, está presente en los cambios químicos, como al quemar un trozo de madera, o en la descomposición de agua mediante la corriente eléctrica, entre muchísimas otros ejemplos que podemos citar. La energía tiene una característica importante: no puede ser ni creada ni destruida, se transforma. Esto es conocido como Ley de Conservación de la Energía.

El objetivo de este trabajo es que, través un recurso didáctico nuevo, los alumnos observen experimentalmente distintas transformaciones energéticas y puedan comprender los distintos cambios de la energía y sus efectos.

Materiales

Los materiales que necesitamos son:

1 fuente de corriente continua de 12 V.

2 motores eléctricos.

2 hélices de 4 astas.

1 correa de goma.

Varios cables de conexión eléctrica.

2 focos de 14 V - 0,15 A.

2 porta focos.

Desarrollo de la experiencia

Primeramente montamos sobre un banco de trabajo o una mesa dos situaciones similares que darán un único resultado: encender un foco a partir de una fuente de corriente continua.

El primer montaje es el más conocido y es el de la conexión directa, que consiste en conectar la fuente de corriente continua de 12 V al foco, como se muestra en la figura 2.

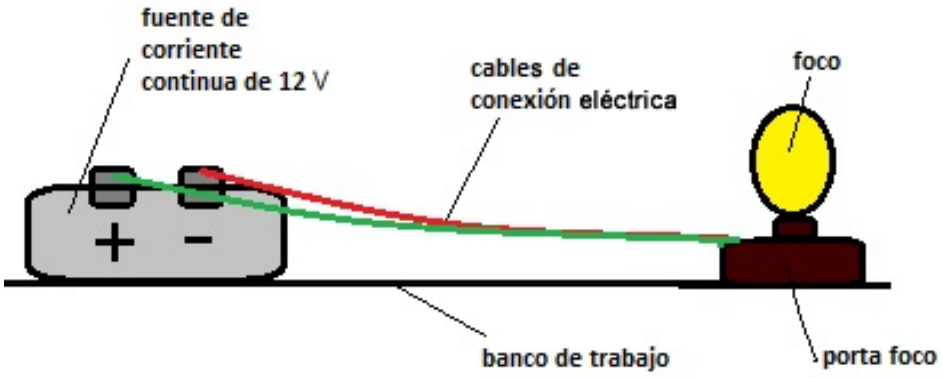


Figura 2: Montaje de la experiencia para el caso de conexión directa.

En el segundo caso, la conexión es indirecta, pasando por varias transformaciones energéticas antes de llegar a encender el foco, como se puede observar en la figura 3.

Se acopla el eje del motor con el eje de una de las hélices a través de la correa de goma. El motor se alimenta de energía eléctrica mediante la fuente de corriente continua.

Por otro lado, se ensambla la otra hélice al eje del generador, el cual está conectado por cables de conexión

eléctrica al porta foco. Todo el sistema se monta en el banco de trabajo o mesa, teniendo en cuenta que las hélices, con sus ejes alineados, se encuentren enfrentadas lo más cerca posible, y que sus astas no rocen la base.

Una vez armado todo el sistema estamos en condiciones de encender la fuente y observar que sucede.

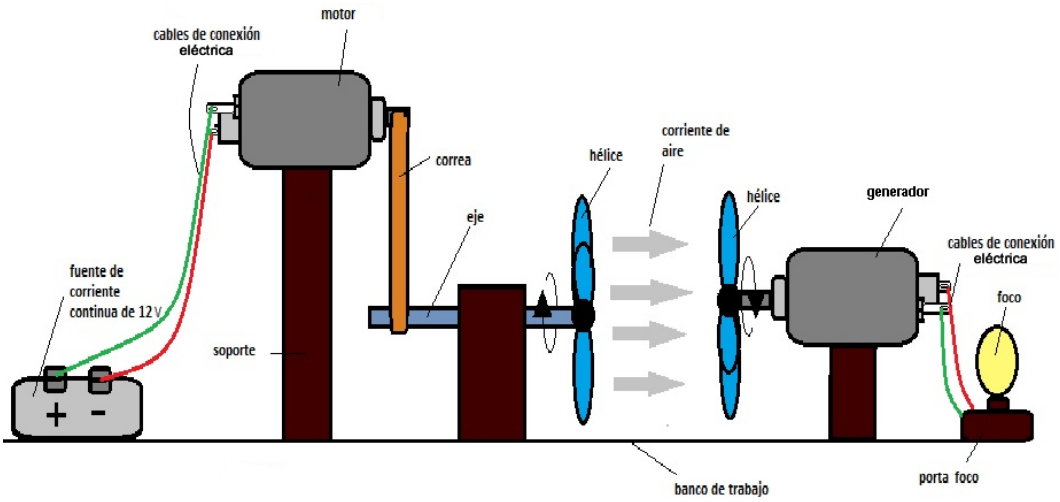


Figura 3: Montaje de la experiencia para el caso de conexión indirecta.

Que fuimos cuestionando, observando y concluyendo…

Teniendo en cuenta los conocimientos teóricos aprendidos en clases, nos formulamos las siguientes cuestiones y buscamos resolverlas.

Vimos que en ambos casos se logró el objetivo de encender el foco, ¿hay alguna diferencia entre ellos?

Los alumnos concluyen que ambos procesos tienen el mismo propósito, encender un foco; sin embargo, lo que cambia es el recorrido por donde transita la energía y las distintas transformaciones que sufre ésta para conseguir lo mismo. Mientras que en el caso 1 hay una transmisión directa de energía eléctrica, en el caso 2 suceden transformaciones energéticas que se dan desde la fuente de alimentación de corriente continua hasta el foco.

¿Qué tipos de transformaciones observan en el caso 1? ¿Y en el caso 2? ¿Qué podemos comentar respecto a la conservación energética?

Los alumnos concluyen también que, en el proceso de transformación de la energía se pierde parte de ésta, es decir no toda es aprovechable. En esta experiencia, la energía no aprovechable es, por una parte, el calor disipado por el motor y el generador, y por la otra, algo de la corriente de aire que no alcanza a la hélice del generador. Ambas energías se dispersan en el medio; por esto, cuantas menos transformaciones energéticas ocurran, más eficiente será el sistema, porque menor será la pérdida de energía por disipación.

¿Crees que se puede ampliar el sistema del caso 2 para que se observen más transformaciones? ¿Crees que tiene un límite en la cantidad de transformaciones que se puedan agregar, o son infinitas?

¿Qué inconveniente/s se nos podría/n presentar durante el desarrollo de la experiencia?

Los alumnos plantearon, como problema posible, que la corriente de aire generada por la primera hélice no tenga suficiente fuerza para hacer girar la segunda hélice. Para minimizar este inconveniente, se podrían acercar más las hélices,

sin desalinearlas, o bien colimar (encausar, encerrar) la corriente de aire y así no tener demasiada pérdida.

Escenario 2: Juegos eléctricos y caída de tensión

Justificación de la experiencia con juegos eléctricos

Es muy difícil hoy en día encontrar algún hogar que no cuente con la ventaja de poseer suministro de energía eléctrica. Pero a pesar de eso, no son muchos los que saben o se hacen a la idea de cómo está diagramada la conexión eléctrica en el interior de sus casas, cómo funciona y se diferencia una conexión de otra.

El objetivo de esta experiencia es guiar al alumno a esos conocimientos y que de esa manera pueda comprender un poco más la realidad que lo rodea, particularmente lo referido a la instalación eléctrica de su hogar.

Desarrollo de la experiencia

Primeramente, repasemos lo visto en clase respecto a circuitos eléctricos. Un circuito eléctrico es el recorrido preestablecido que hacen las cargas eléctricas. También vimos que, un circuito puede ser abierto, en el que los electrones no se mueven, por lo que no hay corriente eléctrica; o cerrado, donde los electrones se mueven creando una corriente eléctrica. La física eléctrica da a conocer tres tipos de circuitos básicos, el circuito serie, el paralelo y el mixto, tal como representamos en la figura 4.

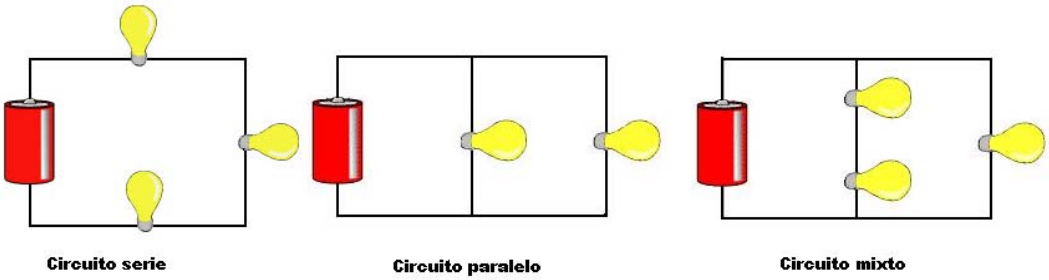
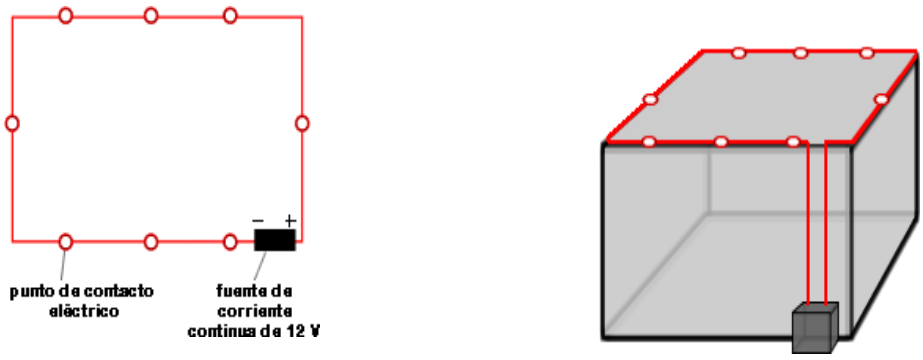


Figura 4: Montaje de circuitos eléctricos característicos.

Valiéndonos de lo aprendido en clases respecto a los principales conceptos y relaciones básicas de electricidad, hemos construido un cubículo experimental de fibrofácil donde podrán ser montados y desmontados módulos de combinaciones eléctricas, al contar con fichas de conexión (conectores) distribuidas en el techo del cubículo. (Ver figura 5).



(a) (b)

Figura 5: Conexión eléctrica y puntos de contacto (conectores) montados en el cubículo experimental. (a) Vista de arriba; (b) Vista con perspectiva.

En este caso, el diseño de esta estructura cúbica experimental intenta recrear un espacio cotidiano, una sala hogareña, con el fin de familiarizar al alumno con la práctica, trasladar los conocimientos aprendidos a la vida real y darle con la experiencia una visión que en el plano a menudo no se logra captar. En la figura 6 exponemos la sala hogareña, en dos representaciones: a)vista superior de los tres circuitos base; b) vista en perspectiva de la conexión serie.

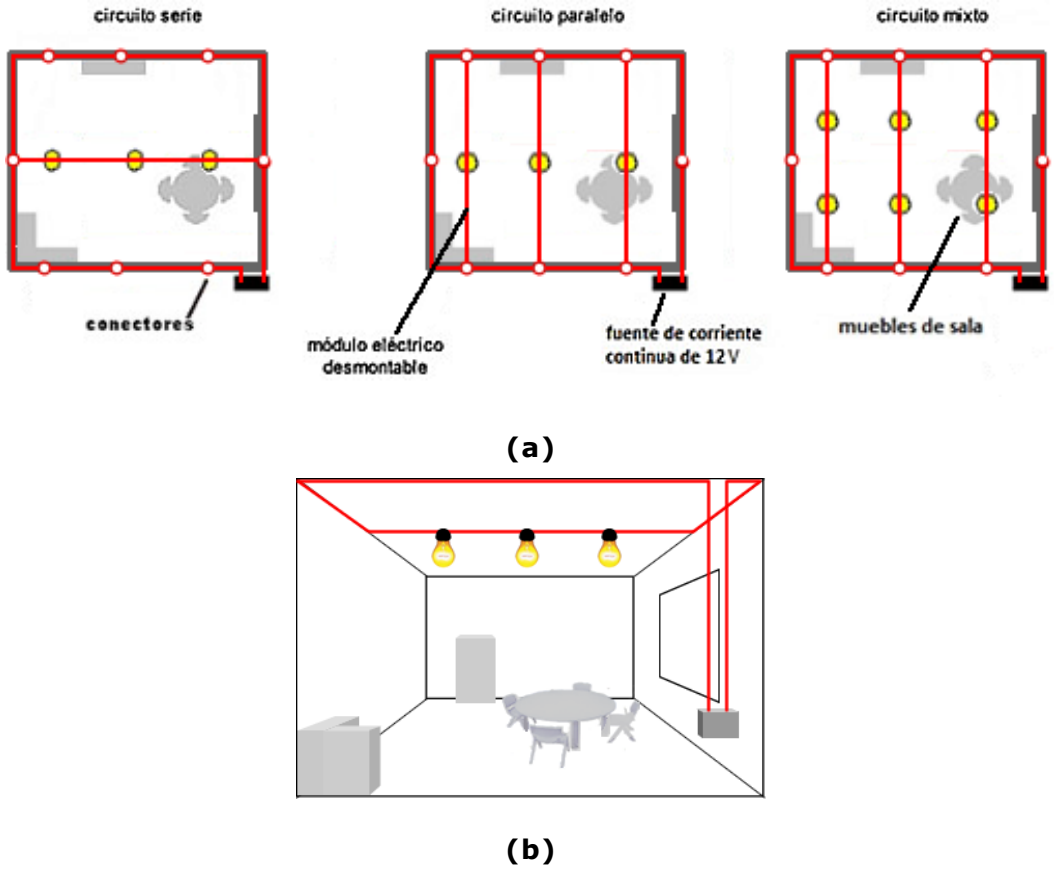


Figura 6: (a) Vista superior de la sala hogareña con los tres tipos de montaje eléctrico. **(b)** Vista en perspectiva de la conexión serie.

Construimos módulos eléctricos desmontables con configuraciones diversas, utilizando caños plásticos para ensamblar los porta focos y los conectores y para pasar, y a la vez sostener, los cables eléctricos de conexión. Estos montajes se observan en la figura 7. Pensando en la prevención y seguridad eléctrica, aislamos la circuitería del contacto con los alumnos utilizando estos caños plásticos, que son comunes en instalaciones eléctricas domiciliarias. Confeccionamos varios módulos formados por uno, dos o más focos y sus terminales se ensamblan con fichas que se unen al cubículo en zonas específicas (conectores) cerrando el circuito, como ya expresamos.

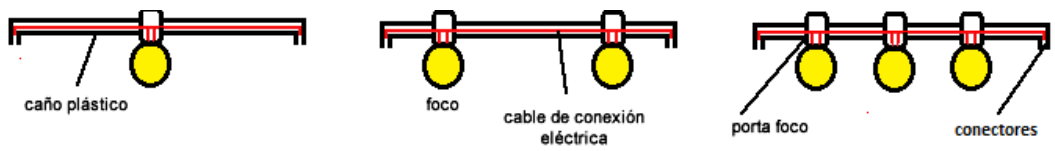


Figura 7: Configuraciones de los módulos eléctricos desmontables

Al ser desmontable cada módulo y teniendo varias zonas de conexión, los alumnos podrán elegir cuál o cuántos módulos conectar, logrando formar circuitos en serie, paralelo y mixto.

El circuito será alimentado con una fuente de corriente continua de 12 V y 1 A y los foquitos utilizados son de 14 V y 0,15 A.

Que fuimos cuestionando, observando, concluyendo…

¿Qué sucede si a cada caso se le desconecta uno de sus foquitos?

Acorde a la respuesta de la pregunta anterior, ¿qué tipo de circuito convendría colocar en una sala que se desea iluminarla por completo? ¿Por qué? Y si sólo se busca iluminar una zona, ¿qué se debería modificar en el circuito anterior?

Un alumno observó que cuando una de las lucecitas de la guirnalda del arbolito de navidad se quema, no prenden las demás y se cuestionó por qué pasa eso. Aprovechando esta situación, se les pidió a los alumnos que la investiguen y construyan un modelo experimental para exponer a los demás compañeros.

Justificación de la experiencia de caída de tensión

A raíz de la continua innovación en electrodomésticos, el consumo mensual de energía eléctrica aumenta, esto no es mayor problema, hasta que llega la temporada de verano, en la que frecuentemente los generadores de energía no dan abasto en su producción, razón por la cual son tan comunes los denominados "bajones de tensión" cuando, por ejemplo, en nuestra casa, la intensidad lumínica de un foco baja, haciendo que la luz sea más tenue, o notamos que el ventilador disminuye su velocidad. Todo esto, no es otra cosa que lo que conocemos en física eléctrica como caída de potencial.

El objetivo de esta práctica es que el alumno logre observar experimentalmente la caída de potencial y pueda

relacionarla con sucesos que ocasionalmente ocurren en su entorno cotidiano, como pueden ser los ejemplos mencionados. Además buscamos que el alumno comprenda por qué se producen los bajones de tensión, tan conocidos en nuestros hogares.

Para el desarrollo de esta experiencia utilizamos el mismo cubículo que construimos para el trabajo con circuitos eléctricos.

Desarrollo de la experiencia

Para llevar a cabo esta tarea se divide la experiencia en tres casos, comenzando con la conexión de un solo módulo eléctrico y terminando con la conexión de tres de ellos, teniendo en cuenta que la configuración sea la misma, como se visualiza en la figura 8.

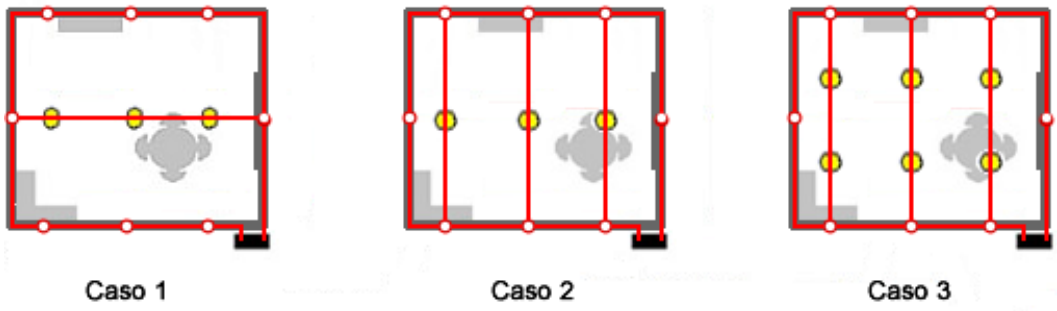


Figura 8: Detalle de los tres casos de caída de tensión.

La idea es observar qué cambios y diferencias existen entre los tres casos y tratar de investigar sobre las siguientes cuestiones: ¿Se observa alguna diferencia en la intensidad lumínica variando la cantidad de focos conectados? Esta última respuesta, ¿tiene algo que ver con que si la conexión es en serie o en paralelo?

¿Crees que será lo mismo, si en vez de conectar focos se conectan otros elementos eléctricos ¿Qué elementos pueden ser? ¿Qué objetos hay en nuestras casas que puedan provocar "bajones de tensión"?

Algunas cuestiones observadas…

Los alumnos pudieron comprender que cuanto mayor sea la cantidad de focos que se encuentran conectados en el circuito eléctrico, menor será la intensidad lumínica de cada uno de ellos, mostrándose así que en el primer caso la luminosidad es fuerte, un poco más débil en el segundo y mucho más débil en el tercero, y que sucedía lo mismo si en vez de conectar focos se conectaban otros objetos, ya que la caída de tensión en la red eléctrica se debe al consumo de energía eléctrica por parte de cada uno de los elementos eléctricos conectados. En conclusión: mayor cantidad de dispositivos eléctricos conectados, mayor consumo energético eléctrico. Una observación interesante que surgió de la realización de esta experiencia tuvo que ver con cuestionarse el rol de la resistencia interna de la fuente de alimentación en la caída de tensión experimentada, cuestión que promovió el desarrollo futuro de un trabajo práctico vinculado a esta temática.

Resultados y Reflexiones Finales

En las distintas instituciones educativas visitadas se trabajó con grupos de alumnos de entre 12 y 14 años, guiados por un docente coordinador atendiendo inquietudes y orientando las experiencias.

Notamos que el trabajo con los distintos grupos de alumnos, varía notablemente de una institución a otra. Buscamos analizar de los destinatarios expuestos a estas experiencias, sus conductas en forma directa. Esto es, esperamos que el alumno explore, realice las experiencias, las interprete, produzca respuestas y aplicaciones, y las comunique. Además, observar cómo viven la experiencia; es decir, les interesa, los entusiasma, lo quisieran comunicar y reproducir a otros como por ejemplo a su entorno familiar…

La metodología de recolección de esta información se realizó a través de una encuesta y de la propia observación, evaluación e interpretación de las interacciones por parte de los coordinadores de los distintos grupos de trabajo. Cabe mencionar que con todo lo recopilado los alumnos que están realizando sus prácticas docentes hacen en clase una puesta en común, resultando siempre de gran importancia para el feed-back alumno-docente, pues da lugar a la escucha y a las preguntas para generar el intercambio de ideas, aclaraciones de conceptos y preconceptos e incluso incrementar en los alumnos el deseo de aprender más, mejorar y buscar la evaluación de lo que hacen y por qué lo hacen, siendo críticos en la experimentación.

Sobre un total de 213 alumnos encuestados, sólo 22 alumnos comentan conocer algún detalle sobre las distintas conexiones eléctricas, que han visto a su papá trabajar en la casa arreglando un enchufe, o cambiando un foco, o queriendo hacer funcionar un artefacto eléctrico que se rompió. Que

muchas veces han ocurrido "bajones de tensión" en sus hogares, en algunos con mayor frecuencias que en otros. Otros alumnos acotaron que eso sucedía cuando en la casa se prendía algún motor eléctrico fuera de los que usualmente ya están conectados, como por ejemplo, una amoladora. Otros alegaban que justo el bajón de tensión en su casa coincidía con el encendido del aire acondicionado de su vecino. Unos alumnos pertenecientes a una institución educativa de construción vieja comentan que en días de frío no pueden prender la estufa eléctrica porque "salta el fusible". En la figura 9 mostramos algunas fotos de chicos experimentando con los prototipos individuales de electricidad.



Figura 9: Chicos experimentando con circuitos eléctricos serie, paralelo y mixto y caída de tensión.

En esta etapa del desarrollo del proyecto es importante el feed-back alumno docente tanto del aspecto disciplinar como del aspecto actitudinal para lograr construir el conocimiento y así lograr aprendizaje significativo de la disciplina. Se considera importante incorporar nuevas experiencias que incluyan situaciones interesantes y novedosas para ellos y plantearse algunos interrogantes. Situaciones que despierten el interés y

logren motivarlos hacia la investigación y el descubrimiento en las ciencias experimentales.

La complementariedad de las clases convencionales, fuertemente teóricas y formales, con recursos alternativos de práctica y experimentación puede promover un cambio en aquella conducta docente didáctica-pedagógica. Lograr una transformación en este sentido requiere esfuerzo, aceptar el desafío y pensar desde la práctica.

Bibliografía

Alexaindre, M. y otros. (2003). Enseñanza de la Ciencia. España: Editorial Graó.

Aristegui, R. (2001). Ciencias naturales. Buenos Aires: Editorial Santillana.

Aristegui, R. (2001). Fisicoquímica. Buenos Aires: Editorial Santillana.

Bosack, A. (2001). Físico-Química. Serie Activa. Buenos Aires: Puerto de Palos.

Botto, J. y otros. (2008). Física. Buenos Aires: Editorial Tinta Fresca.

Cerdeira, S. y otros. (2001). Ciencias Naturales y Tecnología. Buenos Aires: Editorial Aique.

Mattei, G. (2007). Entrevista: "A la secundaria le debemos la idea de que la ciencia es aburrida". Diario Clarín. Guía de la Enseñanza.

Pozo, J. y Gómez Crespo, M. A. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Ediciones Morata.

Desarrollo de un Curso de Física No Formal para Adultos Mayores

Farina, Juan[(1)]; Silva, Carlos[(1)]; Jardón, Alberto[(2)]; Milicic, Beatriz[(2)]; Blesio, Germán[(1)]

1: Instituto Politécnico Superior.

2: Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario

jfarina@ipolitec.unr.edu.ar

Resumen

El incremento mundial de la esperanza de vida de la población que se ha producido en este último siglo debe estar asociado a un envejecimiento activo y a un rol socialmente significativo: ello implica la generación de nuevos espacios para el enriquecimiento social y cultural de los adultos mayores, entre los que se encuentran los educativos. En 2011 se creó en la Universidad Nacional de Rosario el *Programa Universidad Abierta para Adultos Mayores*, que incluye entre otros, un curso de física centrado en temas de física de la vida cotidiana. En este trabajo se presentan las características del curso y una evaluación preliminar del mismo.

Palabras clave: Adultos mayores; Educación no formal; Curso de física: Envejecimiento activo.

Los Adultos Mayores en la Sociedad Actual

Una de las transformaciones sociales más importantes que se han producido desde mediados del siglo pasado está relacionada con la mayor esperanza de vida de la población, lo que da lugar a dos fenómenos simultáneos, uno es la mayor proporción de población adulta mayor, definición que incluye a quienes poseen más de 65 años, sobre el total y el otro es una sobrevida mucho más larga luego de la jubilación.

Entre las características distintivas de esta etapa se encuentra el hecho que el adulto mayor cumplió con su ciclo laboral, dispone de tiempo y no está dispuesto a desperdiciarlo, necesita actividades creativas, participativas, motivantes, en algunos casos recuperar actividades o intereses dejados de lado en etapas anteriores por las exigencias laborales u obligaciones familiares, etc. La sociedad debe dar respuesta a estas necesidades así como da respuesta a la necesidad de educación básica a la niñez, o atención a la salud durante toda la vida.

Esta etapa debe tener correlación con una vida activa y un rol socialmente significativo, donde "vida activa" se refiere no sólo a estar activos física o económicamente, sino a su participación en asuntos sociales, económicos, culturales, espirituales y cívicos, que les permitan tomar parte en la sociedad de acuerdo con sus deseos, necesidades y capacidades, mientras se les proporciona apoyo, protección, seguridad y

cuidados adecuados cuando necesitan asistencia (Ganso et al, 2012).

Entre las actividades generadas para atender a los adultos mayores se encuentran las educativas, parte de las cuales se enmarcan en las Universidades de la tercera edad. En el país, desde la década del ´90 se ofrecen cursos en distintas Universidades Nacionales como las de Entre Ríos, Córdoba y La Plata. En 2011 se creó en la Universidad Nacional de Rosario el *Programa Universidad Abierta para Adultos Mayores* (UNR; 2011) que ofrece cursos de educación no formales dictados por docentes de la UNR, entre los que se incluye el de "Física en la Vida Cotidiana". En este trabajo se describen sus características y una evaluación preliminar del mismo.

La Educación No Formal para Adultos Mayores.

La percepción general sobre la vejez está asociada con la demanda de servicios, ayuda y cuidados, considerándola un problema o carga social. Diferente es la situación con los adultos mayores, no tienen mayores requerimientos ayuda y cuidados pero tienen cambios importantes en su vida social y afectiva que son necesarios contemplar. Con la edad se pierden lazos que dieron sentido a su vida anterior: mueren los padres, cónyuges y amistades, los hijos se independizan, la jubilación aparta o limita los lazos con los grupos de compañeros de trabajo, todo ello unido a restricciones económicas debidas a montos exiguos de jubilación y como resultado de todo eso desciende notablemente la actividad social.

Esta situación plantea la necesidad de que emerjan políticas que promuevan redes sociales de integración para los adultos mayores, para incrementar una participación social

significativa y un estilo de vida activo, vinculados al mantenimiento de una buena calidad de vida y a la prevención y atenuación de enfermedades (Sánchez Salgado, 2010).

La participación social significativa permite el desarrollo del potencial personal y de nuevas relaciones sociales, que repercuten no sólo en su bienestar personal sino además en una renovación de la representación social de esta etapa (Urquijo et al., 2008). Esta participación social se desarrolla en asociaciones y movimientos sociales, en el voluntariado, en actividades educativas, políticas, de ocio y tiempo libre, recreativas, culturales o religiosas.

La educación es un espacio que facilita a los adultos mayores una integración positiva y les permite el desarrollo personal de manera continua. Los ámbitos educativos tradicionales son formales porque están destinados a certificar las competencias o los conocimientos adquiridos por los asistentes, en general para facilitar su inserción en el ámbito laboral. Los adultos mayores ya pasaron por la etapa laboral de allí que los que se les debe ofrecer son cursos no formales donde el aprendizaje sea el resultado de su propio interés y donde cada asistente regule los tiempos y fije las metas.

La educación no formal actúa potenciando los aspectos positivos de los cambios o disminuyendo los efectos negativos (Martín García y Requejo Osorio, 2005), es un espacio de intercambio e integración para las personas mayores, pero además debe ser considerada como una posibilidad de resarcimiento frente a la falta de oportunidades que tuvieron en otras etapas de la vida (Yuni y Urbano, 2011). Es en este marco que desde hace varias décadas se viene desarrollando la Educación para Adultos Mayores en un gran número de universidades. Sus objetivos principales tienen que ver no sólo

con el aprendizaje sino también con fomentar la interacción social y mejorar su calidad de vida.

Martín García y Requejo Osorio (2005) enumeran objetivos deseables para estos programas: a) mostrar el reconocimiento de las posibilidades que ofrece esta etapa de la vida sosteniendo que el enriquecimiento social es siempre posible, b) ayudar a que los adultos mayores se involucren en el momento de tomar decisiones de aprender durante toda la vida de manera efectiva, c) desarrollar un nuevo modo de asumir esta etapa de la vida que relativice la influencia biológica y social de la edad cronológica, d) ofrecer alternativas socialmente compartidas al ocio y al tiempo libre, facilitando roles significativos para su integración, e) ofrecer un entrenamiento en procesos de razonamiento deductivo, memoria y otras funciones mentales, f) facilitar *roles significativos* a los adultos mayores para su integración en el contexto social, desarrollar o potenciar el crecimiento y el desarrollo personal en las esferas afectiva, física y mental, aumentando la calidad y el disfrute de la vida, g) aumentar la *autosuficiencia* y mejorar creencias sobre las propias habilidades al aumentar la capacidad de resolver problemas de la vida diaria, disminuyendo la dependencia familiar y social. Estos autores mencionan asimismo que las características de las actividades áulicas para los adultos mayores se basan en la filosofía de la formación permanente, cultural y social; deben ser participativas, implicando a las personas en el proceso; no competitivas, buscando la cooperación y la solidaridad; motivadoras, donde prime lo creativo; con metodologías basadas en el aprendizaje basado en problemas, en estudios de caso, proyectos, etc.

En relación con la enseñanza de la física para adultos mayores, son escasas las publicaciones en esta área. Destacamos que una de ellas (Léoni et al., 2002) analiza cómo

afecta el envejecimiento a las capacidades para operar con relaciones matemáticas inversas aplicadas a situaciones de la vida cotidiana. Se analizaron las relaciones entre masa, volumen y densidad. En las estimaciones de masa, todas las personas mayores fueron capaces de utilizar la información de volumen y densidad. En sus estimaciones de volumen, todas utilizaron la información de masa y densidad, pero la mayoría empleó la densidad de una manera directa, no inversa, lo cual afecta el aprendizaje de Física.

Programa Universidad Abierta para Adultos Mayores

En agosto de 2011 se creó en la Universidad Nacional de Rosario el *Programa Universidad Abierta para Adultos Mayores (UNR, 2011)*, que consiste en la implementación de cursos, talleres y otras actividades educativas y culturales destinados a los adultos mayores, dictados por docentes universitarios, con temáticas pertinentes o afines al contexto disciplinar de la oferta académica de la UNR. En esta Universidad existían ya antecedentes de actividades de este tipo con cursos dictados por algunas Unidades Académicas como los Cursos Abiertos a la Comunidad en la Facultad de Humanidades y Artes.

En este programa, los cursos se imparten en un encuentro semanal de dos horas de duración, no formales, se encuentran entre las actividades de extensión propias de la Universidad; son gratuitos y se ofrecen cursos sobre cine, literatura, ciencia, matemática, lenguaje multimedial y diversidad sexual, entre otros.

Estas actividades destinadas a personas mayores, no requieren conocimientos previos ya que no se desea discriminar sino, por el contrario, permitir el acceso a todos los interesados

y buscar que cada uno desarrolle el máximo de sus capacidades. Desde la coordinación se señala que los cursos están pensados "*no para que la gente se siente y escuche sino como un ida y vuelta*" destacando que todos los temas son abordados con la rigurosidad acorde al perfil académico de los asistentes.

Inicialmente, el programa estuvo planificado con diez cursos, sin embargo para el siguiente año se sumaron nuevos cursos y otras temáticas, propuestos por los propios participantes del programa, los cuales emitieron sus preferencias a través de encuestas.

Al final de cada cursado, los participantes pueden optar por ser evaluados sobre lo aprendido o no, pero todos reciben una certificación, con la aclaración si fue evaluado.

La Física en la Vida Cotidiana

Uno de los cursos que ofrece el programa es el de Física en la vida cotidiana, cuyos objetivos son los siguientes:

- Acercar de manera no formal, aspectos de la física que impactan nuestra vida cotidiana, promoviendo transformaciones socio-educativas que permitan contribuir a la calidad de vida de la población.
- Despertar curiosidad, estimular la manera de aprender más; tratar de explicar fenómenos cotidianos relacionados con temas científicos y tecnológicos que involucran a la física.
- Presentar conceptos e ideas básicas de la física en relación con la vida cotidiana que puedan ser comprendidos por personas con conocimientos

generales sin recurrir al formalismo matemático riguroso.

- Presentar ejemplos de aplicación de principios de la Física de tal manera de ayudar a su comprensión y obtener una explicación del funcionamiento de muchos dispositivos.
- Presentar aplicaciones de los conceptos físicos que responden al interés del adulto mayor, relacionados con la salud, el deporte, las actividades hogareñas, etc.

Uno de los propósitos fundamentales del curso es proporcionar un espacio donde los participantes sientan que aún pueden alcanzar el enriquecimiento social, aprender cosas nuevas, e incrementar su autovaloración y mostrar a la sociedad que pueden y deben aún tener un rol activo. El curso se pensó para ofrecer un ámbito de interacción social, donde el aprendizaje se realice con otros, facilitando la ampliación de redes sociales de integración.

El primer curso que se dictó durante el año 2011 tuvo una duración de tres meses y continuó, a pedido de los participantes, durante el año 2012 durante 8 meses, el previsto para el año 2013 será de 4 meses. La diferencia de los períodos de desarrollo del curso se debe a cuestiones de índole presupuestaria por parte de la universidad. Los cursos desarrollados en cada año no repiten los contenidos de los años anteriores, sin que se imparten temas no desarrollados anteriormente.

El equipo docente que afrontó esta nueva actividad estuvo integrado desde el principio por dos profesores universitarios de larga experiencia y dos estudiantes avanzados

de la Licenciatura en Física que también contaban con experiencia docente aunque todos ellos en cursos formales.

Para la organización de cada curso se trabajó en equipo y se planificaron las actividades didácticas en interacción permanente considerando el material de laboratorio disponible para realizar experimentos sencillos pero significativos, su pertinencia con el tema tratado y los posibles niveles de modelización que permitían justificar el modelo elegido.

Los temas se desarrollaron desde un punto de vista fenomenológico, con escasa formalización matemática y asentados fundamentalmente en una exposición del tema acompañada por experimentos de laboratorio, donde los participantes pudieron interactuar, observar, manipular y proponer alternativas para enriquecer y profundizar alguna temática. En algunos casos se incluyeron textos o artículos periodísticos para ilustrar el tema, conocer la influencia que su descubrimiento tuvo en la sociedad de ese momento, etc. El temario se eligió considerando que los participantes constituyen un grupo heterogéneo, tanto en el nivel educativo como en sus intereses.

Es de interés del grupo de docentes facilitar la comprensión de lo que nos rodea, aplicando los conceptos aprendidos con el fin de analizar fenómenos cotidianos, por ejemplo, cómo elegir el auto teniendo en cuenta el rendimiento del motor, porqué se rompe una cañería en invierno si se congela el agua que está en ella o simplemente explicarnos por qué es necesario enmantecar la fuente donde haremos una torta para evitar que se pegue.

Se detallan a continuación los temas que se trataron durante los años 2011 y 2012:

- Electricidad y magnetismo. Los fenómenos electromagnéticos, su utilidad práctica y aplicaciones. Seguridad eléctrica. Qué estamos pagando a la empresa de energía cuando pagamos la factura.
- Algunos fenómenos ópticos. Óptica geométrica y sus aplicaciones. El por qué de los anteojos para leer y/o mirar de lejos o de cerca. Los colores y su impacto visual y estético. Aspectos de algunos fenómenos ondulatorios relacionados con la luz.
- Los fenómenos térmicos. Las características de la transmisión del calor. Conducción, convección, radiación. Su importancia práctica. Aplicaciones. La temperatura. Incidencia corporal. Transpiración.
- Fluidos estáticos y en movimiento.
  Concepto de presión. Efectos de la presión en la vida cotidiana. Presión atmosférica. Su impacto diario. El principio de Pascal en la vida diaria. Empuje. Densidad de las sustancias. Movimiento del agua por tuberías. Cuestiones que se tienen en cuenta al diseñar una cañería de agua o de gas natural. Presión arterial. Las arterias y venas como tuberías. El teorema de Bernoulli y sus aplicaciones.
- Tensión superficial. Capilaridad. Burbujas y pompas de jabón. Incidencia del ángulo de contacto. Fenómenos de tensión superficial en la vida diaria.
- Física de la cocina. Algunas características de la física de los procesos que se realizan en la cocina.

El curso se fue nutriendo de temas emergentes por el interés de los participantes en explorar y explicar fenómenos o cuestiones con las que se encontraban diariamente, que les

permitía participar en charlas con argumentos basados en conceptos físicos. Uno de los temas emergentes fue la explicación de fenómenos ópticos debido al hecho de que un participante sufrió la quemadura de un colchón al incidir la luz solar sobre un adorno de cristal que tenía en su habitación. Durante el desarrollo del tema fluidos surgió por parte de los participantes la alternativa de tratar de hacer algún tipo de cálculo para tener cuantitativamente una noción de los valores de presión de columna de agua necesaria para que el agua llegue a la altura donde se ubica el tanque de agua. La noción de fuerza y los efectos en el cuerpo humano apareció como otro de los temas emergentes ante la situación particular de levantar y trasladar objetos pesados. El hecho de situar un fenómeno físico en un contexto histórico social, acompañado de la lectura de artículos referidos a esa situación particular, mostró que muchos aspectos de la física les eran accesibles.

Considerando de que se trata una reunión de Educación en Física quisiéramos explicitar las situaciones problemáticas abordadas durante el desarrollo del curso. Debido a lo extenso que resultaría, explicitamos al menos una como ejemplo para trabajar:

El tema tensión superficial y capilaridad atrajo la atención de los participantes. Luego de una explicación teórica del tema, se destacó la interacción entre líquidos y sólidos donde una pequeña grieta es la causa del ascenso vertical del agua, superando la fuerza de gravedad, manifestándose la aparición de humedad en las paredes debido a los poros que tiene el material. El avance de la capilaridad es inversamente proporcional al diámetro de los conductos porosos del material y cuanto más ancho son menor es la cota de elevación que puede alcanzar. Podemos hablar de capilaridad de una edificación.

Los materiales de construcción absorben agua proveniente de la lluvia, de filtraciones, de instalaciones sanitarias rotas, de condensación de humedad ambiente en cámaras sanitarias sin la ventilación adecuada o de la humedad del terreno que asciende por zonas sin impermeabilizar o con impermeabilización deficiente.

Evaluación del curso.

A los efectos de recabar información sobre cuál era la percepción de los participantes respecto del curso, al finalizar ambos se les solicitó completar en forma anónima la encuesta que se presenta en el Anexo.

A continuación se presenta un extracto del resultado de las encuestas de ambos años.

Respecto del nivel educativo (ver Figura 1), hubo coincidencia en ambos años respecto de que el 50 % de los participantes tenían completo el nivel medio de escolarización; de éstos casi el 60 % cursó una carrera técnica donde los contenidos de Física se dictaban con más intensidad. El 19% había completado el nivel universitario en carreras como ingeniería, arquitectura, historia o filosofía y otro 19% no lo había completado. Hubo además un asistente que cursó sólo el nivel primario.

Respecto de las razones por las cuales se eligió el curso de Física, el 61% de los participantes fue debido a un interés directo en la física (ver Figura 2), para ampliar sus conocimientos en física, por ser la materia favorita en la escuela, afinidad con la formación, buenos recuerdos escolares, etc. Un 11% lo hizo porque el estudio de otras disciplinas como historia

y filosofía los llevaron a interesarse en la física, otro 11 % llega al curso por un desafío personal, por su interés por entender un tema particularmente difícil o mal aprendido en la escuela secundaria. Es interesante notar que otro 11 % optó por el curso porque los cupos de los demás cursos estaban cubiertos.

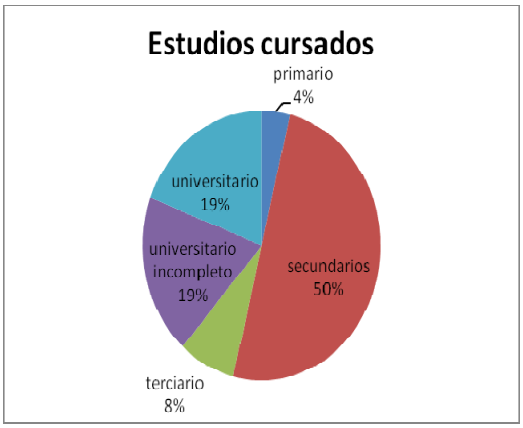


Figura 1: Nivel educativo de los participantes.

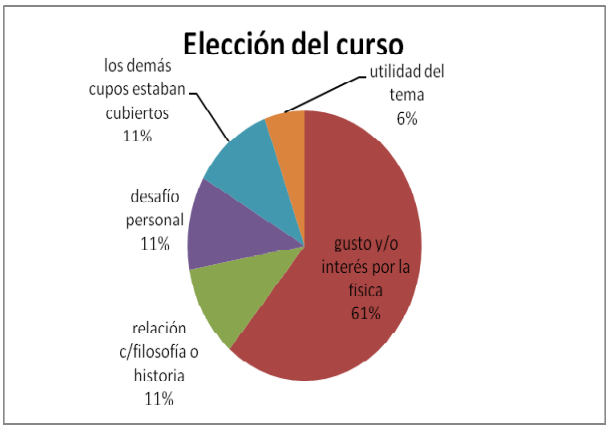


Figura 2: Razones para elegir el curso de Física

Se observa una buena acogida del programa por parte de los participantes, no sólo debido a su interés personal, sino además porque encuentran un ámbito donde se valora a los adultos mayores. Sostienen que estos cursos cubren necesidades de los adultos mayores, tanto sociales, materiales y espirituales, integrándolos en actividades significativas, incrementan la autovaloración, ya que pueden demostrarse a sí mismos que aún pueden aprender y ser útiles a la sociedad. Algunos de ellos manifiestan con dureza sus vivencias como marginados sociales al sentirse incluidos en un *"sector olvidado de la población".* Otros concluyen *"no estamos sólo para cuidar nietos".*

Muchas son las motivaciones que manifiestan en el por qué de la participación en este curso (ver Figura 3) entre las que podemos citar: el acceso a la educación de personas que por distintas circunstancias no pudieron hacerlo; el adquirir nuevos conocimientos que trae aparejado el desafío de demostrar que el adulto mayor *"todavía puede aprender".* Se han sentido estimulados intelectualmente, lo que conlleva a mejorar la salud y, al mismo tiempo, mejorar la calidad de vida: *"El hecho de poder participar en la renovación y adquisición de conocimientos que uno desea enriquecer o ampliar en un ambiente universitario cordial y ameno, distendido y dictado por profesores idóneos y comprensivos del grupo humano que concurre a los cursos".*

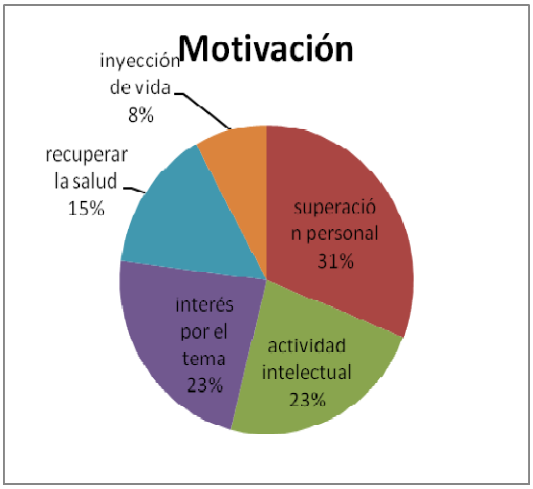


Figura 3: Motivaciones para participar en el curso

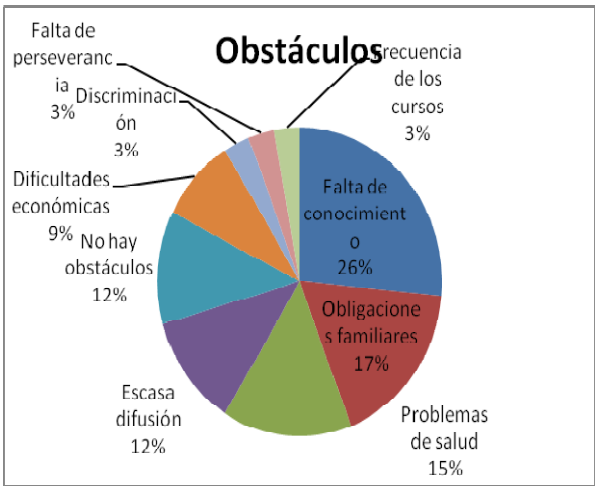


Figura 4: Obstáculos para acceder a los cursos

Respecto de los obstáculos que perciben al acceso a estos cursos (ver Figura 4) se encuentran factores tanto externos como internos. Entre los primeros, no sólo aparecen el económico, la familia, la falta de posibilidades, sino además el cultural, la discriminación, la concepción de que el adulto mayor

ya terminó su vida útil y es innecesario que pueda alcanzar un desarrollo personal. Entre los factores internos no sólo aparecen la salud, la movilidad, sino además los propios miedos, las inseguridades, la falta de perseverancia y de motivación.

En relación al curso de física en particular, hubo interés por los temas desarrollados y la metodología empleada. Se han sentido cómodos con los docentes, quienes han hecho ameno el curso. La forma de trabajo por parte de los docentes y la participación de los asistentes en el diálogo, el manipular, ver, comparar, proponer soluciones, y buscar información que vincule el tema en cuestión con situaciones que consideran significativas, fomentó la interacción entre pares, elevando su autoestima y revalorizando un nuevo modo de vivenciar la vejez.

Los participantes han realizado requerimientos respecto de prolongar el curso, incrementar el número de horas, incluir textos para estudiar en la casa, algunos solicitaron una mayor complejidad en el dictado de los cursos y la incorporación de cálculos. Hay que recalcar también que, debido a la heterogeneidad, hay requerimientos de realizar cursos con niveles de profundidad diferenciados. En particular podemos decir que algunos de los requerimientos surgieron del cuestionario que respondieron y otros del intercambio producido en el dictado de clases. Es de destacar que durante el desarrollo de algunos de los temas, los participantes que son ingenieros jubilados o profesionales con conocimientos de la disciplina sienten la necesidad de profundizar los temas y repasar desarrollos matemáticos que den cuenta de los resultados esperados.

Reflexiones Finales

La planificación e implementación del curso de física para adultos mayores ha sido un desafío para los docentes responsables del mismo, ya que la orientación de los contenidos y la metodología no son las usuales en la enseñanza de la física universitaria. Se observó que ambas han sido apropiadas dado que los participantes han demostrado interés en el mismo.

Se observa que cumple los objetivos de un curso para adultos mayores, mencionados anteriormente (Martín García y Requejo Osorio, 2005) ya que proporciona un espacio donde los participantes sienten que aún pueden alcanzar el enriquecimiento social, pueden aprender cosas nuevas, lo que incrementa su autovaloración y muestran a la sociedad que pueden aún tener un rol activo. Ofrece un ámbito de interacción social, donde el aprendizaje se realiza *con otros*, facilitando la ampliación de redes sociales de contención. Estos cursos demuestran ser apropiados para alcanzar un envejecimiento activo, a través de una participación social significativa, considerados necesarios para el mantenimiento de una buena calidad de vida en los adultos mayores. Asimismo, el curso ofrece un entrenamiento en procesos de razonamiento deductivo, memoria y otras funciones mentales, contribuyendo al retraso del deterioro mental.

Respecto de lo que aún queda por hacer, en relación con los temas, es desarrollar la rama de la mecánica con sus aplicaciones, así como también el mundo de las ondas. En particular las ondas mecánicas y una ampliación de las ondas electromagnéticas. Éste fue otro de los requerimientos de los participantes, por lo cual está previsto que se desarrollen estos temas durante el cursado de este año.

Asimismo, el pedido de algunos participantes de incorporar ecuaciones matemáticas y simbología propia de la

disciplina nos coloca en la tarea de pensar de qué manera organizar un curso de nivel superior de Física en la vida cotidiana con una complejidad creciente y accesible. Es por ello que está previsto para el año 2014 abordar un curso de Nivel "avanzado" dirigido a los participantes que han cursado en años anteriores el primer curso y también para aquellos que solicitan un tratamiento más complejo de las actividades propuestas, ya que muchos de los asistentes poseen estudios de grado en ciencias exactas y naturales y sienten la necesidad de completar la visión de los temas tratados acompañadas por resolución de problemas de lápiz y papel, algunos asistentes quieren probar que sus capacidades y habilidades siguen intactas con el paso del tiempo y en otros casos lo perciben como una meta de superación personal.

Como conclusión, es evidente la importancia que otorgan al programa las personas que concurren al mismo, lo cual nos motiva e incentiva a seguir trabajando para una mejor apertura del programa como recurso que la Universidad Nacional de Rosario coloca a disposición de los Adultos Mayores.

A pesar que algunos de los participantes optaron por inscribirse al curso de "Física en la Vida Cotidiana", simplemente porque no había cupo en los otros cursos, destacamos que asistieron y permanecieron hasta el final lo que, a nuestro criterio, indica que lo valioso para estos asistentes es el espacio de integración social más que el interés por un tema en particular.

Anexo: Encuesta

1- ¿Cuál es su nivel de escolaridad?

2- ¿La temática planteada es pertinente o afín a lo que Ud. esperaba?

3- De la implementación y puesta en marcha de los 14 cursos y/o talleres que abordan diferentes temáticas Ud. eligió "Física en la vida cotidiana", ¿podría decir el porqué de esta elección?

4- ¿Es importante esta propuesta de la UNR destinada a los adultos mayores?

5- ¿Cuáles son los factores que Ud. cree que obstaculizan el acceso de los adultos mayores a la educación continua?

6- ¿Considera que esta actividad contribuye a la calidad de vida adulta?

7- ¿Siente que puede capacitarse y/o formarse realizando estas actividades?

8- Indique, por favor, cualquier otra inquietud que le parezca importante.

Referencias

Ganso, H., Berezin, S. y Scarímbolo, G. (2012). Talleres de adultos mayores: un aporte para el envejecimiento activo, *Palabras Mayores*, 5 (9)

Léoni, V., Mullet, E. y Chasseigne, G. (2002). Aging and intuitive physics. *Acta Psychologica, pp. 29-43.*

Martín García A. V. y Requejo Osorio A. (2005). Fundamentos y propuestas de la educación no formal con personas mayores. *Revista de Educación*, 338, pp.45-66,

Sánchez Salgado C. D. (2010) Participación social de las personas mayores y redes. *Memorias III Congreso Internacional de Gerontología*. Costa Rica http://gerontologia.ucr.ac.cr/congreso3/descargas/17-11-10_sanchez_participacion_social.pdf, visitado el 20/12/2012

UNR. (2011).Programa Universidad Abierta para Adultos Mayores. *Res. 016-2011* http://www.unr.edu.ar/noticia/4691/res-016-2011-cs visitado el 2/4/2012

Urquijo, S., Monchietti A. y Krzemien D. (2008). Adaptación a la crisis vital del envejecimiento: Rol de los estilos de personalidad y de la apreciación cognitiva en adultas mayores. *Anales de psicología*, 24 (2), pp. 299-311

Yuni J. A. y Urbano C. A. (2011). Aportes para una conceptualización de la relación entre el aprendizaje y resignificación identitaria en la vejez. *Palabras mayores,* 6 (3)

Desarrollo de un Sistema Computacional para el Mejoramiento de la Comprensión de los Conceptos de Trabajo y Energía

Edgardo Argüello ; Javier Maubecin; Víctor Aramburu; Narciso Díaz

Depto. Física. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Universidad Nacional de Catamarca.
erarguello@gmail.com

Resumen

Marcadas dificultades presentan los egresados del nivel preuniversitario en el área física, cuando ingresan a una carrera universitaria de ciencia o tecnología. Uno de los temas de mayores dificultades conceptuales es el de trabajo y energía. Esto nos ha llevado a desarrollar un software utilizando la selección, el análisis y la adaptación de los contenidos para su adecuada transferencia en el aula. Este trabajo reseña el proceso de desarrollo de una aplicación informática que tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la comprensión de los aspectos conceptuales y procedimentales referidos al trabajo y la energía, a través de la visualización de módulos computacionales de experiencias mostrativas, animadas e interactivas, embebidos

en una presentación de contenidos acompañada de ejercicios y evaluaciones, todo ello respondiendo a un cuidadoso diseño instruccional que combina el acceso lineal y aleatorio. El software, que tiene por nombre SEOPEF 1.0 (Software Educativo Orientado Para la Enseñanza de la Física versión 1.0), está dirigido a los docentes y estudiantes que cursan física del nivel preuniversitario, como material didáctico para los primeros y además como material auxiliar para el repaso y autoevaluación por parte de los alumnos. Su desarrollo se encuentra en la fase de la prueba piloto.

Palabras clave: Software educativo; Enseñanza de la Física; Trabajo y energía.

Introduccion

Esta investigación surge de la necesidad de mejorar la comprensión de los fenómenos físicos por parte de los educandos del nivel preuniversitario y de establecer las estrategias más adecuadas para la incorporación progresiva y positiva de las TIC's, en los docentes del área física, a la vez de disminuir los temores de un amplio sector de la docencia del área, al momento de implementar nuevas estrategias didácticas en el proceso enseñanza y aprendizaje.

Ante esta realidad, se plantea el desarrollo de una herramienta computacional que permita al docente mostrar el contenido acompañado de un material gráfico (estático y animado) de alta calidad, que posibilite la interactividad con el alumno, a través de simular procesos complejos, para que reciba la información y genere el conocimiento en su sistema cognitivo y que, al mismo tiempo, ofrezca al alumno un instrumento para

el repaso de los aspectos teóricos tratados y la posibilidad de ejercitación guiada y la autoevaluación.

Si bien hay numerosos sitios en internet que ofrecen software educativo, tanto pago como libres, en general estos últimos requieren de algún soporte extra para lograr un 100% de funcionalidad, a la vez que presentan algún tipo de debilidad desde el punto de vista didáctico, el cual consiste en el análisis de las necesidades educativas y el diseño instruccional del material formativo objeto del aprendizaje del alumno.

En la actualidad, en la mayoría de los colegios de nivel preuniversitario de la provincia de Catamarca, el método didáctico empleado por los profesores del área de Física es el de exposición y práctica, empleando como recursos fundamentales en el aula, el pizarrón, tiza o marcador e instrumentos de dibujo. Bajo este esquema, la efectividad de los elementos gráficos presentados para describir una situación física concreta, depende de la destreza del docente como dibujante y de la habilidad del estudiante para captar el dinamismo propio de los contenidos a partir de figuras estáticas. Y, dado que el dominio de las bases teóricas es condición sine qua non para la comprensión y correcta resolución de los problemas de aplicación, se tiene que el rendimiento académico de los alumnos es tal que aproximadamente solo la mitad de ellos logran aprobarla.

La informática permite simular procesos complejos y potencia el trabajo independiente, al tiempo que reduce el tiempo empleado para la presentación de objetos gráficos.

Marco Teórico

Es importante conocer el concepto de software educativo, según Marqués (2001) "Software educativo se denomina a los programas para computadoras creados con la

finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje". Para este autor los términos software educativo, programas educativos y programas didácticos son sinónimos. Por su parte, Galvis Panqueva (2001) denomina "software educativo a aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas". Ambos autores coinciden en que todo Software Educativo debe tener: una finalidad y método didáctico, ser de fácil interacción con el usuario, usar interfaces intuitivas, entre otros aspectos.

Para el diseño de un software educativo son importantes la teoría de aprendizaje y su estructura (Carrion et al, 2003). Entre las teorías de aprendizaje más relevantes se destacan el conductivismo, cognitivismo y constructivismo. En el conductivismo el docente es el protagonista principal y el alumno asume un rol pasivo, se caracteriza porque se usan principios de enseñanza programada como la descomposición de la información en unidades y el diseño de actividades que requieren respuestas del estudiante y planificación del esfuerzo. Por su parte, el cognitivismo tiene como base la condición de aprendizaje del estudiante en las diferentes etapas: motivación, comprensión, retención, generalización entre otras.

Por último, el constructivismo cambia el paradigma de enseñanza y las estrategias de aprendizajes de manera que permitan profundizar en la flexibilidad cognitiva y desarrollo de hipertextos.

La estructura del software educativo tiene que ver con el modelo de elaboración a utilizar. Existen varias metodologías para el desarrollo de software educativo, entre las más importantes se consideran las propuestas por Galvis Panqueva (2001), Cataldi Zulma (2000) y la de Marqués Pere (2001).

Metodología

El software se ha desarrollado utilizando la metodología propuesta por Galvis Panqueva que se esquematiza en la Fig. 1, la cual ofrece mecanismos de análisis, diseño educativo y comunicacional, prueba piloto y de campo bastante sólidos, toda vez que se fundamentan en principios educativos, comunicacionales y de tecnología educativa de validez comprobada, esta metodología ha sido enriquecida tomando en cuenta los avances tecnológicos en el diseño y desarrollo computacional, que se han logrado en los últimos años.

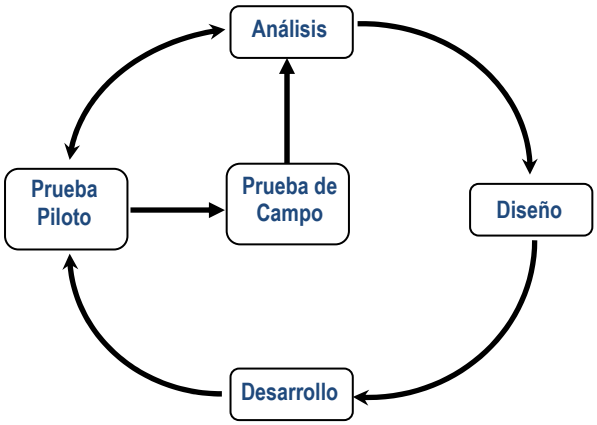


Fig. 1: Metodología Propuesta por Galvis

Análisis

De acuerdo a un estudio preliminar realizado en base a una encuesta a un grupo muestra de docentes de Física del nivel preuniversitario de la Provincia de Catamarca, los temas de mayor complejidad para los estudiantes y que requieren una elaboración conceptual más elevada e integración de contenidos,

son, en orden de importancia, los de Trabajo y Energía, Hidrodinámica, Calor, Electromagnetismo, Corriente Alterna, entre otros.

Esto se pone de manifiesto por el bajo rendimiento de los educandos en las clases de los cursos de Física, generados probablemente por la utilización de una estrategia didáctica poco apropiada para las características de la materia y la consecuente caída en el interés del estudiante.

Entre las principales falencias en las actividades de aprendizaje actuales podemos mencionar: el uso casi exclusivo de tiza y pizarrón, la falta de laboratorios con el equipamiento adecuado, las pocas o carentes estrategias de enseñanza utilizando las TIC´s, el escaso uso del equipamiento informático provisto por el programa Conectar-Igualdad.

Para mejorar la comprensión de los conceptos y facilitar las prácticas propias de los temas de Trabajo y Energía, es menester contar en las clases con una herramienta de apoyo basada en la informática que permita el estudio, la visualización gráfica y la realización de experiencias en un laboratorio virtual, como también un conjunto de actividades y evaluaciones integradas de manera armónica en el diseño señalado. El software en cuestión sería empleado por el docente como material de apoyo en la presentación de sus clases y como herramienta de autoaprendizaje y autoevaluación por parte del alumno.

Diseño

Para la realización de este software se utilizó Neobook® que es un software de autor de gran difusión en el ámbito educativo debido a su facilidad de uso y bajo costo. Hoy en día la

definición es más restrictiva, puesto que se sobreentiende que una herramienta de autor puede manejar elementos multimedia (texto, imagen estática, imagen dinámica, sonidos, videos) y enlaces hipertextuales (hipertextos e hipervínculos), nos brinda también la posibilidad de controlar objetos externos como archivos Flash o programas, a través de acciones o comandos.
En resumen, el elemento común a las herramientas de autor es el hecho de crear ejecutables que corren independientes del software que los generó, existiendo un proceso de compilado de por medio.

Se tomó el modelo de enseñanza directa, propuesto por Eggen y Kauchak (2001), que utiliza la explicación, la modelización y enseña conceptos y habilidades combinando la práctica y la retroalimentación. Consta de 4 etapas.

- Introducción: el docente revisa con los estudiantes lo aprendido previamente, comparte las metas del aprendizaje y provee razones sobre el valor de aprender el nuevo contenido.
- Presentación: el docente explica el nuevo concepto o provee un modelo para la habilidad.
- Práctica guiada: el docente brinda a los alumnos oportunidades para practicar esta destreza o categorizar ejemplos del nuevo concepto.
- Práctica independiente: se les pide a los estudiantes que practiquen la habilidad o el concepto por sí mismos, lo que estimula la transferencia.

Definición del Entorno

Los elementos esenciales de este entorno son los siguientes:

- Características de los destinatarios: La población a la cual va dirigido el material instruccional corresponde a jóvenes con edades comprendidas entre 15 y 17 años, o cursantes de nivel medio escolar. La forma en que los individuos acceden a la información, de una manera ágil y permanente, es principalmente a través de la web, la utilización de multimedios (imagen, sonido, video, textos) y entornos interactivos, entre otros. Estos son los elementos que explican la enorme capacidad de cambio que representan estas nuevas tecnologías en la comprensión de los fenómenos físicos, lo cual debe constituir un factor fundamental que contribuya a mejorar el rendimiento de los egresados del nivel preuniversitario.
- Área de Contenido y unidades de instrucción: Contenidos de la asignatura Física, Tema Trabajo y Energía: Aspectos Generales, Concepto de Trabajo. Cálculo de Trabajo. Energía Mecánica.
- Problema que se pretende resolver: El bajo nivel de comprensión de los aspectos teórico prácticos de los temas por parte de un alto porcentaje de los estudiantes.
- Condiciones de uso del software: Como herramienta para el estudio de los temas en el aula de clase (un alumno, una computadora o netbook) y como herramienta de apoyo para el repaso de los estudiantes (en casa).
- Requerimientos técnicos: CPU: Procesador Pentium IV de 1.5GHz, 512 MB de RAM, Tarjeta de Sonido, Monitor VGA, Teclado y Mouse estándar. Sistema Operativo: Windows 2000, XP, Vista, 7, 8.

Diseño Pedagógico

Una vez establecido el entorno, se procedió con el tema del diseño pedagógico comenzando por la formulación de los objetivos, todo el contenido temático y las actividades, los cuales fueron plasmados en un documento a fin de alimentar las fases subsiguientes.

- Objetivo General: Mejorar la comprensión de los conceptos y procedimientos referentes a la Energía.
- Objetivos Específicos: Conocer qué es la energía, Distinguir las distintas formas de energía, Comprender las transformaciones de la energía, Distinguir entre conservación y degradación de la energía.

Diseño Computacional y de Interfaz

Una vez realizado el diseño pedagógico, el cual genera una serie de requerimientos funcionales y no funcionales que deben ser cumplidos, se realizó el diseño computacional y de la interfaz del software de la herramienta. Tales requerimientos fueron plasmados en un documento de análisis junto con la definición y representación de los posibles casos de uso. Algunos de los requerimientos funcionales son:

- ingresar a cualquier, tema dinámicamente.
- permitir pasar a una Práctica Guiada.
- realizar una autoevaluación de los contenidos vistos.
- ingresar a un laboratorio virtual para experimentar con objetos interactivos.
- comparar en la Práctica Guiada la información introducida por el usuario con la correspondiente

información correcta, emitiendo mensajes acerca del desempeño del mismo.
- permitir al usuario ver sus calificaciones.

Algunos de los requerimientos no funcionales son:
- el contenido de cada pantalla debe tener una densidad moderada, de tal forma que el usuario no requiera (en la medida de lo posible) el empleo de barras de desplazamiento verticales.
- el sistema contará con una ayuda bien documentada para el alumno.
- el sistema contará con un glosario de términos y resúmenes de formulas por tema.
- la estructura de la asignatura contenida en el sistema será: Temas y Subtemas.
- en las diferentes pantallas de contenido, estará distribuido en diversos sectores de la pantalla optimizando el espacio elementos de menú izquierda, zona interactiva derecha.

Preparación y Revisión de Prototipo

A partir de los requerimientos señalados se procedió a la diagramación de maquetas (Fig. 2) y bosquejos, selección de fuentes, colores e iconografía para cada uno de los ambientes a desarrollar. Se definieron también las acciones asociadas a eventos y a elementos de navegación. Todo ello dio origen al primer prototipo.

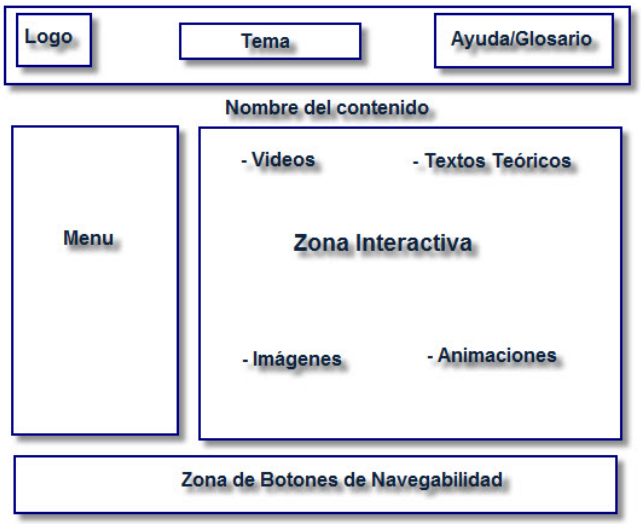


Figura 2: Ejemplo de maqueta empleada en el diseño de la interfaz

Desarrollo

Para el desarrollo del software se utilizó la herramienta de autor orientada a objetos Neobook®, la cual, si bien está orientada a la producción de libros electrónicos, posee potencialidades que permiten su uso en el desarrollo de software educativo, como manejo de bases de datos, manejo de imágenes estáticas (dibujos, diagramas, fotografías), animaciones (filmaciones, animaciones computarizadas), textos de cualquier tipo y sonido. Asimismo, ofrece la posibilidad de otorgar a los elementos mencionados acciones mediante una codificación muy sencilla y en forma interactiva. Por otra parte, Neobook® genera archivos ejecutables (.EXE) e instaladores (SETUP) de las aplicaciones desarrolladas de forma independiente.

El primer paso de la etapa de desarrollo fue la construcción de las interfaces de: contenido, práctica guiada, práctica evaluada, glosario, ayuda, laboratorios virtuales, etc.

Seguidamente se procedió a insertar los textos, las imágenes y animaciones, en las pantallas de presentación de contenidos. El paso siguiente fue la codificación de las prácticas y evaluaciones insertando las acciones correspondientes, la navegación y los vínculos previstos. Durante esta etapa se fueron ajustando detalles no previstos en la elaboración de la maqueta de diseño en cuanto a funcionalidades e interfaz.

Prueba Piloto del Software

Esta es una prueba que se aplica con la finalidad de comprobar si el software cumple con el objetivo general enunciado y es la fase en la que se encuentra actualmente el proceso de desarrollo del Software SEOPEF 1.0. Ya se han realizado las actividades previas a la aplicación de la prueba como la revisión y valoración de la versión preliminar del software. Esta prueba estuvo a cargo de tres personas: el diseñador instruccional, el experto en informática y el experto en Física, ajenas por completo al desarrollo previo del proyecto.

Descripción de la Prueba

Para la realización de la prueba piloto se tomarán dos grupos de alumnos: un Grupo Control (A) y un Grupo Experimental (B). Al primero se le impartirán clases tradicionales expositivas empleando tiza y pizarrón. El segundo grupo utilizará además, el software SEOPEF 1.0 como herramienta para el estudio de los temas, las prácticas de laboratorio virtual y la resolución de problemas. Luego de las clases se tomará la misma prueba final a ambos grupos.

Como hipótesis de trabajo se asume que el empleo del software SEOPEF 1.0, como herramienta de apoyo en las clases de los temas de Trabajo y Energía mejora el nivel de comprensión de los conceptos

Las variables e indicadores que se tomarán para la evaluación de la Prueba Piloto se muestran en la siguiente Tabla:

Variable	Indicador	Escala				
Empleo de SEOPEF 1.0	----------	Si			No	
Conceptos teóricos	Enunciar conceptos de forma correcta.	I	R	B	MB	S
	Identificar las variables del Trabajo y Energía	I	R	B	MB	S
	Utilizar correctamente las unidades	I	R	B	MB	S
Laboratorio Virtual	Analizar correctamente las situaciones planteadas	I	R	B	MB	S
	Medir las magnitudes	I	R	B	MB	S
Resolución de Problemas	Aplicar conceptos a la resolución de problemas	I	R	B	MB	S

I:Insuficiente **R:**Regular **B:** Bueno **MB:** Muy Bueno **S:**Sobresaliente

Tabla 1: Variables e Indicadores de la prueba piloto

Participarán de la prueba piloto los docentes del área de física entrenados con el uso del software y los alumnos de las escuelas preuniversitarias, utilizando como recurso principal las netbooks del Programa Conectar-Igualdad en las que se haya instalado el software SEOPEF 1.0.

Estructura General del Software

La aplicación SEOPEF 1.0 consta de una pantalla principal simulando una pizarra (Fig.3a), donde se muestran los dos temas principales "Trabajo" y "Energía" y un grupo de elementos que representan a los diferentes módulos que contiene el software. En las partes superiores e inferiores consta de botones que permiten la navegación del software, búsqueda o acceder a la red social Facebook para la actualización de los contenidos teóricos, prácticos o las autoevaluaciones que estarán disponibles para su descarga.



Figura 3a: Pantalla Inicial

Al seleccionar un tema observaremos las diferentes opciones multimediales (Videos, animaciones), objetos interactivos como el laboratorio virtual, contenidos teóricos, actividades áulicas y autoevaluaciones (Fig.3b).



Figura 3b: Ingreso a subtemas

Desde esta pantalla es posible ingresar a los diferentes módulos (Fig. 4)



Muestra a través de animaciones algún concepto teórico con la posibilidad de interactuar con objetos o responder cuestionarios.

a)



Lectura que corresponde a las actividades a desarrollar en el aula, este contenido también puede ser actualizando instalando un archivo que será descargado de la red social facebook.

b)



Menú que consta de los diferentes laboratorios virtuales disponibles. Acá podremos interactuar, o simular experimentos a través de animaciones.

c)



Esta pantalla corresponde al grupo creado en facebook, donde se podrán descargar los archivos de actualización o intercambiar experiencias o dificultades respecto al software.

d)

Figura 4: Capturas de pantallas de algunos módulos **a)** Pantalla Proyecciones, **b)** Pantalla de Actividades, Trabajo Mecánico **c)** Pantalla Laboratorio **d)** Pantalla Facebook Grupo Software Educativo de Física V.1.

Resultados y Discusión

En base a la metodología empleada se obtuvo como resultado una herramienta multimedial denominada SEOPEF 1.0 (*software educativo orientado para la enseñanza de la física versión 1.0)*, la cual podrá constituir un elemento de motivación y ayuda para el proceso de enseñanza y aprendizaje de los temas de Trabajo y Energía. En este software se integran imágenes, audio, hipertexto, simulaciones y animaciones para presentar didácticamente los contenidos, en un acceso que puede ser libremente aleatorio o secuencial por decisión del usuario. Como características destacables de este software se pueden

mencionar: su entorno audiovisual y de contenidos de fácil uso e instalación en las netbooks, además de contribuir a la motivación del alumno a la hora de aprender el tema Trabajo y Energía. "SEOPEF 1.0" se elaboró con el programa de autor NEOBOOK PRO versión 5, integrando módulos desarrollados en FLASH y JAVA lo que permitió integrar: hipertexto, movimiento, gráficos, clip de película, animaciones e hipervínculos logrando que el programa resultara de una apropiada funcionalidad para la interacción computador-usuario. Este software fue diseñado para posibilitar que el docente pueda modificar determinados aspectos de las evaluaciones, con el objetivo de poder adaptar las mismas al grupo de educandos a los cuales se les imparte la enseñanza.

Conclusiones

Se ha presentado el proceso de desarrollo del software SEOPEF versión 1.0 (Software educativo orientado para la enseñanza de la física), concebido para el mejoramiento de la comprensión de los aspectos teóricos de los temas de Trabajo y Energía, correspondiente al nivel preuniversitario. Dicho proceso consta de diferentes fases, de acuerdo con la metodología seguida. En la actualidad el proyecto se encuentra en la fase de ajustes y prueba piloto.

En el proceso de desarrollo del software, se han considerado tres aspectos básicos: el aspecto pedagógico (contenidos y diseño instruccional), el aspecto comunicacional (o de interfaz) y el aspecto computacional. Para el aspecto pedagógico del software, se utilizó el modelo constructivista, el cual permite a los docentes ser guías de la construcción del conocimiento y de la jerarquización de la información.

En la etapa de diseño de la aplicación, se realizó un detallado análisis de los requerimientos funcionales y no funcionales, lo cual sirvió de guía para la elaboración y marcó el camino a seguir en la estructuración del software. El uso de Neobook® en la fase desarrollo facilitó en gran medida la compilación final de todos los módulos y componentes agregados. En cuanto al juicio de valoración emitido por los expertos resultó muy positivo al mismo tiempo que sugirieron pequeñas modificaciones que mejoraron algunos aspectos de la interfaz. La aplicación y sus elementos se encuentran en condiciones para la prueba piloto. Queda por elaborar y realizar la Prueba de Campo.

Bibliografia

Cataldi, Zulma (2000). *Metodología de Diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Argentina, Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática.: Trabajo de grado (Tesis de Magíster en Informática. Versión resumida).

Carrión, P.; García, A.; Perez, Y. (2003), *La Ingeniería de Software Aplicada al desarrollo de software educativo*. Disponible en:http://132.248.45.5/enlinea/ponencia/mesa2/patiCM.doc.

Eggen, P. y Kauchak, D. (2001). *Estrategias Docentes. Enseñanza de Contenidos Curriculares y Desarrollo de Habilidades de Pensamiento*. México:. Fondo de Cultura Económica. 2º edición en español.

Galvis Panqueva, Alvaro H.(2001). *Ingeniería de Software Educativo.* Colombia: Ediciones Uniandes; 3era.reimpresión de la 1era. edición.

Marqués, Pere (2001). *El Software Educativo*, España: Univ. Aut. de Barcelona, http://dewey.uab.es/pmarques/concepci.htm.

Squires D. y McDougall A. (2001). *Cómo elegir y utilizar software Educativo*, España:Morata Ediciones.

Desde la Electricidad a la Electrónica Mediante la Modelización Matemática Dinámica

Nieva, César Rubén[1], Juárez, Gustavo Adolfo[2], Navarro, Silvia Inés[2]

1: Instituto de Estudios Superiores "José Cubas". San Isidro. Valle Viejo

2: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCatamarca

juarezgustavoadolfo@yahoo.com.ar

Resumen

Con el objeto de enseñar Física aplicada a la vida cotidiana y observando como las Ciencias Naturales tienen apoyo experimental, se recurre a una actividad interdisciplinaria usando la sensopercepción visual. De la experiencia realizada en la cátedra Electricidad y Electrónica I del Profesorado en Educación Tecnológica del Instituto de Educación Superior "José Cubas", se propone un aporte al proceso enseñanza-aprendizaje con metodología aplicada, a fin de que el alumno alcance el objetivo de adquirir conceptos y técnicas empleadas para el diseño, montaje de un circuito electrónico, análisis, modelado y simulación experimental de la actividad eléctrica del corazón,

mediante el estímulo eléctrico dado por la carga y descarga de un condensador. Considerando la actividad eléctrica del corazón, como un fenómeno natural originado por flujos iónicos a través de la membrana celular, que culmina en la contracción rítmica del corazón, involucrando conceptos físicos como existencia y acumulación de cargas eléctricas, creación del potencial eléctrico. Esto requiere de la Física para suplir o restaurar mediante el marcapaso, la disponibilidad de energía eléctrica almacenada en un condensador tanto en magnitud como en frecuencia necesaria evidenciada en un circuito RC, creando el conocido marcapaso artificial.

Palabras Clave: Electricidad; Electrónica; Experimento; Modelo Matemático.

Introducción

Este trabajo se inscribe dentro de la enseñanza de las ciencias básicas y en particular de la Física, destacándose los conocimientos de electricidad en el complejo campo de la electrónica, reconociendo propiedades y determinando formas en que se pueden aplicar y dando el uso correcto, al realizar las experiencias prácticas y montajes reales. Esto permite correlacionar capacidades y habilidades en la observación activa y en la contrastación experimental que llevan a tener posturas críticas y complejas, haciéndolas intangibles a la realidad mediante el análisis, la síntesis y el uso de recursos metodológicos como la simulación y la modelización matemática que permiten entender el rol que cumple la experimentación en la enseñanza de la ciencia.

Es necesaria la aplicación de conceptos Físicos como la existencia y acumulación de cargas eléctricas, generación y modificación del potencial eléctrico (de reposo y de acción) y su medición, que actúan en el tejido marcapaso del corazón, produciendo potenciales iterativos que desencadenan su contracción rítmica, llevando a suplir el fenómeno natural llamado marcapaso. Y que por medio de la práctica de laboratorio, es posible la obtención del marcapaso artificial, mediante la disponibilidad de energía eléctrica almacenada en un condensador, necesaria tanto en magnitud y en frecuencia mediante un circuito RC. [6]

Las arritmias cardíacas son sólo algunas de las consecuencias de las variadas enfermedades del corazón, fundamentalmente para el caso que nos ocupa, en que las células del marcapaso natural no funcionan en forma correcta y el corazón pierde su paso, por falencias en el mismo. Como posible solución se ha señalado el uso del *marcapaso electrónico* o el *desfibrilador electrónico*, porque ambos constituyen una fuente generadora de impulsos eléctricos que suplen la falta o la falencia del marcapaso natural, restituyendo la actividad regular del corazón; ello es posible con el uso de la energía almacenada en un condensador.

Es por ello, que las prácticas de laboratorio resultan eficaces, porque proponen innovaciones tanto en el enfoque, como en el método y el contenido; donde el alumno aprenda aspectos de los procesos científicos que parten del nivel de indagación. Conforme a esto, y por observación personal como docente de la carrera de Tecnología, advertí la escasez de trabajos prácticos que se realizan en Electrónica y Física, a pesar de contar en el Instituto de Enseñanza Superior "Gob. José Cubas" (en adelante IESJC) con espacio físico e instrumentales necesarios para llevarlas a cabo. De ésta manera se realizó una

investigación para conocer causas, efectos y estrategias a diseñar por los alumnos como futuros profesores, en el laboratorio de ciencias experimentales, obteniendo conclusiones concretas sobre el planteamiento del problema citado, pues el objetivo que se pretende lograr es determinar por qué los alumnos del IESJC de la carrera de Tecnología, durante sus jornadas de práctica docentes no utilizan estrategias de aprendizaje, como lo es, la elaboración y aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura Física, las que pueden ser constructoras y confirmatorias de las teorías que se encuentran en los contenidos temáticos de Física en escuelas secundarias. Asimismo, esta experiencia pretende obtener una aplicación práctica dentro del aula, cuyo objetivo es valorar el trabajo experimental y la modelización sistémica, mediante la observación de resultados de simulación dinámica como instrumento que potencien el proceso de aprendizaje.

Marco Teórico

La actividad eléctrica del corazón

Se destacan algunos aspectos de la actividad eléctrica del corazón; su actuación como una bomba, debido a la contracción del músculo cardíaco en respuesta a una estimulación del mismo, por parte del denominado *potencial de acción*, como consecuencia de la variación de la diferencia de potencial eléctrico existente entre las caras interna y externa de la membrana celular; éste potencial, inicialmente de uso de resistencias de distintos valores y de amperímetros, el proceso y el tiempo de carga-descarga del capacitor, la dependencia de este proceso con los valores de capacidad y resistencia

conectados, que determinan su grado de repetición en el tiempo (constante de tiempo $\tau = RC$). En este caso la conexión carga - descarga se efectúa mediante un interruptor inversor manual, por lo que aquella frecuencia estará determinada por el tiempo del accionamiento manual del interruptor, que también determinará la cantidad de energía acumulada en el capacitor y su posterior capacidad para efectuar trabajo (según el momento en que se corta el proceso de carga). Por otro lado, se tomó en cuenta para nuestro estudio algunas de las diversas afecciones cardiacas que afectan al corazón:

- **Automatismo:** el corazón genera su propio impulso, debido a las corrientes iónicas y los potenciales de acción. El ritmo cardíaco normal depende del automatismo del nódulo sinusal. La frecuencia del automatismo sinusal oscila entre 60-100 despolarizaciones por minuto. [8]
- **Bradicardia sinusal:** se produce durante el sueño hay una frecuencia menor a 60 latidos por minuto. Las enfermedades que afectan el nodo sinusal producen una intensa bradicardia que se acompaña de mareos y síncope. Cuando el padecimiento produce síntomas graves, el tratamiento es la implantación de un *marcapaso artificial*. [9]
- **Taquicardia sinusal:** cuando la frecuencia se acelera a más de 100 latidos por minuto, debido a emociones y ejercicios físicos. [9]
- **Arritmia cardiaca:** ocurre cuando el marcapaso natural del corazón produce una frecuencia o ritmo anormal debido a la fiebre u otros estímulos. La vía normal de conducción se interrumpe y otra parte del corazón asume el papel de marcapaso. [9]

Modelado matemático como recurso de enseñanza

La noción de modelo matemático es fundamental para la constitución y expresión del conocimiento, en especial en Tecnología, que permite la elaboración de modelos matemáticos, posibilitando una mejor compresión, simulación y previsión del fenómeno estudiado. *Así un modelo matemático retrata, aunque con una visión simplificada, aspectos de la situación investigada.* Igualmente, el Modelado Matemático es el proceso involucrado en la obtención de un modelo matemático, que consiste en aplicar conocimientos físico, matemático y tecnológico, tener creatividad para interpretar el contexto, discernir qué contenido tecnológico se adapta mejor, y tener sentido lúdico para jugar con las variables involucradas. La enseñanza-aprendizaje de la Tecnología con el método de modelado, desde nuestro punto de vista, es más gratificante, toda vez que el alumno va a aprender lo que le produce beneficio, tornándose así responsable de su propio aprendizaje, mientras el profesor es un simple orientador del proceso, que facilita la obtención de resultados que justifican y refinan el conocimiento del alumno. [1]

Dinámica de Sistemas

La Dinámica de Sistemas fue desarrollada por Forrester J. W. (1961). Se considera un método multidisciplinario empleado para describir, modelar, simular y perfeccionar el aprendizaje de problemas dinámicos complejos. Los diagramas de Forrester (DF) son herramientas específicas de modelado de la Dinámica de Sistemas (DS), siendo una metodología para el estudio y análisis de sistemas continuos complejos, que se

transforman en modelos formales con la rigurosidad de las ecuaciones diferenciales mediante la búsqueda de relaciones entre los subsistemas. El desafío que presenta el empleo de esta metodología, ponen a prueba la comprensión del problema estudiado, logrando construir un modelo matemático dinámico, comprendiendo las relaciones que generan el comportamiento, los resultados y las consecuencias a través del tiempo que se yuxtaponen con la actividad eléctrica del corazón que afecta al fenómeno en estudio; para ello utilizamos el software Vensim PLE 5.2, que consta de tres etapas fundamentales: a) *Elaboración del modelo estructural del sistema,* b) *Ejecución de la simulación* y c) *Resultados*. [4] y [8]

Propuesta didáctica

Se realizó un estudio cuanti-cualitativo de carácter descriptivo y relacional. Los instrumentos de recolección de datos, fueron el análisis de las propuestas didácticas a través del modelo experimental y matemático. La población que sirvió como un referente para el estudio, fue el grupo seleccionado y conformado por 15 alumnos de 2º Año del Profesorado en Educación Tecnológica para la Enseñanza en la Secundaria del IESJC, San Isidro, Valle Viejo, que estaban en condiciones de iniciar el cursado del espacio curricular *Electricidad y Electrónica I.* Asimismo, consideramos que era la opción más viable para emprender dicha investigación a partir del Convenio Marco de Transferencia entre el IESJC, San Isidro, Valle Viejo y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCa, con la propuesta de concertar la programación y el intercambio de actividades científicas-tecnológicas, en el desarrollo del Proyecto de Investigación *"Estudio Comparativo entre las Transformadas de*

Laplace y Zeta aplicado a Modelos Matemáticos Dinámicos". Dentro de la actividad de transferencia fue dar una interpretación matemática de resultados aportados por las Transformadas de Laplace y Zeta en la aplicación de los componentes eléctricos y/o electrónicos, pudiéndose reconocer sus propiedades y determinar las formas en que se pueden aplicar en su uso correcto, cuando se realicen las experiencias prácticas, las instalaciones y montajes reales y, que a su vez permita elaborar un Modelo Matemático Dinámico, para explicar problemas propios cuando se utilizan productos eléctricos y electrónicos. Tal actividad consistió en clases teóricas-prácticas: por un lado, las clases teóricas referentes a las Transformadas de Laplace y Zeta, donde se plantearon la relación contínua-discreta que permitió analizar cada concepto en forma aplicada, para justificar las distintas patologías que afectan al marcapaso cardiaco, y que el alumno pudo observarlo a través de las simulaciones dinámicas. Y por otro lado, las clases prácticas y las experimentales, se desarrollaron los temas que corresponden a los contenidos mínimos de la asignatura *Electricidad y Electrónica I*; realizando antes una revisión de conceptos fundamentales de Electricidad (*corriente eléctrica, sentido de circulación, la tensión, potencia eléctrica, resistencia eléctrica y Ley de Ohm*).

Metodologia

Descripción Experimental

Se trabajó con una metodología experimental, desarrollando el diseño y armado de un circuito electrónico, para representar todos estos fenómenos; su funcionamiento se analiza con el sensor Explorer GLX-Pasco y un Osciloscopio Philips PM3050, 60 MHz observando las curvas de carga-descarga,

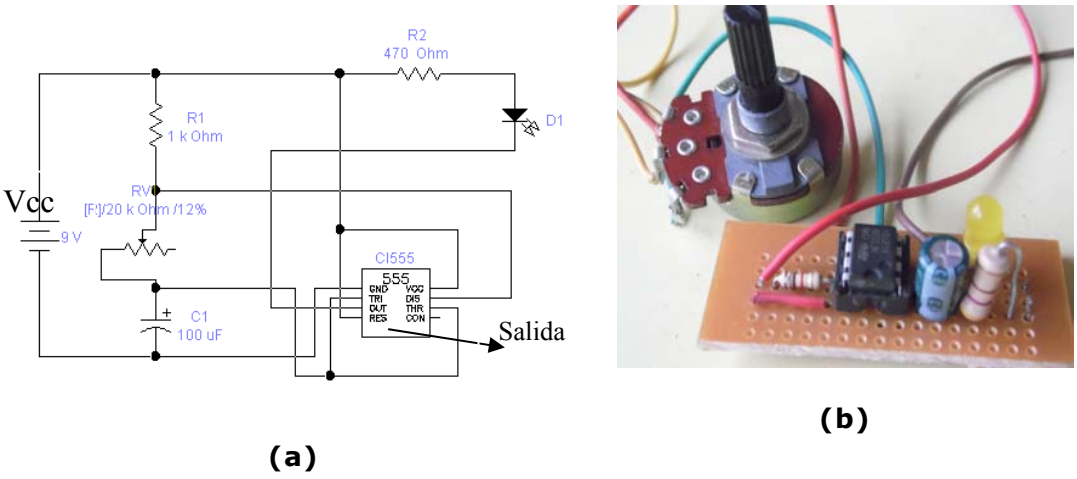
calculando los pulsos en que se realiza ese proceso y visualizando con el encendido de un Led, el momento en que el músculo cardíaco recibiría el impulso eléctrico, con magnitud y frecuencia variable. Esto permitió confrontar valores experimentales y simulados obtenidos con el modelo matemático bajo Dinámica de Sistemas.

Circuito Electrónico del Marcapaso

Básicamente, la naturaleza e intensidad de la estimulación eléctrica necesaria para normalizar una falencia o sustituir al marcapaso natural depende de cada patología, por lo que su disponibilidad en tiempo y forma deberá permitirla el mismo circuito que la provee, dentro de ciertos márgenes predeterminados. Para demostrar esto, se ha considerado necesario ilustrar todos esos fenómenos juntos, de modo que a su vez, se pueda realizar la variación de la frecuencia con que se produce la carga y descarga del capacitor y, en consecuencia la del *marcapaso artificial*, en función de las necesidades del corazón.

Se diseñó un dispositivo experimental (Figura 1), que permite variar la frecuencia e intensidad del proceso de carga-descarga, y visualizar con el encendido de una lámpara, el momento en que el músculo cardíaco recibiría el impulso eléctrico; su funcionamiento es analizado con el recurso del osciloscopio, para observar las curvas de carga-descarga y calcular la frecuencia con que se realiza ese proceso. El circuito electrónico consta de: una fuente de alimentación V_{CC} de $9V$ de conexiones en paralelo de resistencias $R1 = 1k\Omega$, resistencia variable $RV = 20k\Omega$, una resistencia en serie $R2 = 470\Omega$, un

condensador electrolítico en paralelo $C1 = 100\,\mu F$, un diodo en paralelo $D1 = LED$ y un CI555.



(a) **(b)**

Figura 1: a) Esquema del diseño del circuito electrónico construido por Nieva C.R. (2012) **b)** Foto del circuito electrónico construido.

Funcionamiento

Inicialmente el condensador está descargado y comienza a cargarse a través de R1 y RV, cuando éste sobrepasa la tensión de dos tercios de V_{CC}, la salida "out" conmuta a $0V$ (D1 encendido), además el transistor interno pasa a saturación. A partir de este momento, el condensador se descarga a través de R2 y el transistor interno se descarga. Cuando la tensión del condensador es menor que un tercio de V_{CC}, la salida "out" conmuta a V_{CC} (D1 apagado), el transistor interno pasa a corte y comienza la carga de nuevo. El proceso se repite indefinidamente. Como se pudo comprobar, mientras se carga el condensador, la señal de salida CI555 permanece a nivel

alto, coincidiendo con la descarga del condensador, el nivel bajo de la señal de salida. Por tanto, el valor de este condensador C1 influirá en la frecuencia de la señal cuadrada. De acuerdo a esto, al momento de la descarga, la tensión y la carga almacenada por el condensador, en éste quedará energía eléctrica, que al ser aplicada a un circuito puede utilizarse para estimular eléctricamente al corazón y devolverle su ritmo normal de marcapaso del latido cardíaco. La frecuencia de encendido D1=LED, indica la frecuencia del proceso de carga-descarga del condensador. Esa frecuencia y la intensidad de energía acumulada pueden modificarse, cambiando los valores de la tensión de alimentación, de las resistencias de polarización, de capacidad del condensador y de sus resistencias de carga, de descarga (así variamos el τ del circuito RC).

Medición del pulso eléctrico

Para medir el pulso eléctrico, se utilizó un cronómetro cuya apreciación es de 0.01s y un multímetro Mastech Modelo MY64 y Sensor Explorer GLX-Pasco. A continuación se procedió al registro de datos de los pulsos eléctricos y la variación de la resistencia eléctrica respecto a la fuente de alimentación, donde luego se aplicó la teoría de errores a cada una de las variables. De los datos obtenidos, se logró información sobre la formación y transmisión que se produce en los impulsos cardíacos, tanto en condiciones normales como patológicas. Allí, el voltaje varía respecto al tiempo transcurrido, desde su activación y su vinculación a la frecuencia de las pulsaciones, caracterizada por mecanismos que dan lugar a la aparición de patologías cardíacas, incluyendo la formación anormal de impulsos o la actividad

disparada por pospotenciales, tanto prematuros como tardíos (Figura 2).

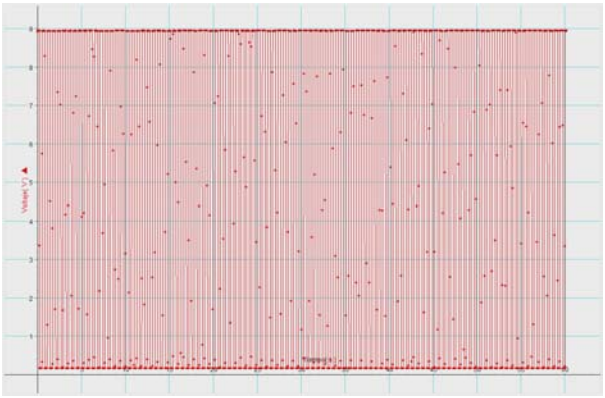


Figura 2: Registro de 102 pulsos de una taquicardia sinusal.

Para interpretar la complejidad de estos procesos, se debe considerar que las células cardíacas no están conectadas uniformemente, y que la propagación eléctrica en los tejidos cardíacos es discontinuo; la presencia de las uniones intercelulares que son las encargadas de la conexión eléctrica entre las células al permitir el flujo intercelular de iones, hace posible la propagación del potencial de acción transmembrana de una célula a otra, y convierte al músculo cardíaco en un sincitio. Las conexiones intercelulares no se distribuyen uniformemente, y este hecho determina también que la propagación varíe en función de que la dirección sea perpendicular o paralela al eje longitudinal de las fibras cardíacas. [3]

Resultados

Problema Matemático del Marcapaso Cardíaco

Se presenta el problema con valor inicial (PVI) que describe el funcionamiento de un marcapaso cardíaco, que consta de un condensador C, una batería de voltaje V y un interruptor que se mueve periódicamente con un período de carga y/o descarga durante el cual el condensador envía un estímulo eléctrico al corazón, actuando como un resistor de resistencia R. Para resolver este PVI, se presenta a la Transformada de Laplace (en adelante TL) que permite transformar este problema en otro algebraico, aplicando las distintas propiedades de dicha transformada y obteniendo la solución del problema de ecuaciones diferenciales. [2]

Partiendo de la función de Heaviside o función de escalón unitario $(u_a(t))$ que representa la función de interruptor, de manera que si $f:[0,+\infty)\to X$ es una función continua, se tiene que $u_a \cdot f$ representa una función, donde u_a *"enciende"* a la función o señal f en el intervalo de tiempo $t=a$. Si tomamos ahora la función $u_a \cdot f - u_b \cdot f$, la función u_b tiene el efecto físico de *"apagar"* la señal f, ya que:

$$(u_a \cdot f - u_b \cdot f)(t) = \begin{cases} 0 & si \quad t < a \\ f(t) & si \quad a \le t < b \\ 0 & si \quad t \ge b \end{cases} \qquad (1)$$

Entonces, la función $u(t-a)-u(t-b)$ con $a<b$ sirve como un filtro que selecciona los interruptores para obtener la carga y/o descarga respectiva, donde la tensión $v(t)$ oscilará entre 0 y V, la cual se obtiene de:

$$v(t)=V\left[u(t-a)\cdot f-\ u(t-b)\cdot f\right] \qquad (2)$$

De la expresión diferencial que define la onda cuadrada unipolar, se tiene:

$$Ri(t)+\frac{q(t)}{C}=Ri(t)+\frac{1}{C}\int_0^t i(\tau)d\tau=v(t) \qquad (3)$$

Reemplazando (2) en (3) y aplicando las distintas propiedades de la TL, se obtiene:

$$I(s)=\frac{V/R}{s+1/RC}\left(e^{-as}-e^{-bs}\right)=F(s)\left(e^{-as}-e^{-bs}\right) \qquad (4)$$

Si ahora aplicamos a (4) la transformada inversa, obtenemos:

$$L^{-1}\{I(s)\}=\frac{V}{R}e^{-t/RC}\left[L^{-1}\left(e^{-as}F(s)\right)-L^{-1}\left(e^{-bs}F(s)\right)\right] \qquad (5)$$

Cuya solución es:

$$i(t)=\frac{V}{R}\left[e^{-(t-a)/RC}u(t-a)-e^{-(t-b)/RC}u(t-b)\right] \qquad (6)$$

Con este resultado matemático se procede a la creación del Modelo Matemático y a su verificación mediante la simulación dinámica, que corrobore los resultados experimentales obtenidos.

Simulación ajustada al modelo matemático dinámico

Se plantea la creación del Modelo Matemático Dinámico del proceso de carga-descarga del capacitor. Necesitamos una variable que mida la carga del capacitor en cada instante, esta es: *nivel de carga del capacitor.* El proceso de carga y descarga se define por medio de: Carga del capacitor $Q_f\left(1-e^{-t/RC}\right)$, cuando RC es pequeña, el capacitor se carga rápidamente; cuando es más grande, toma más tiempo; en forma análoga se define la Descarga del capacitor $Q_f\, e^{-t/RC}$. En términos de estos dos procesos se define el nivel de carga $r\, Q_f\left(1-e^{-t/RC}\right)+\left(1-r\right) Q_f\, e^{-t/RC}$ donde la carga se produce cuando r es 1 y la descarga cuando r es 0. Además, el proceso carga-descarga se da en forma alternada desde la carga nula hasta la máxima Q_f, queremos que esto se de entre un valor mínimo que llamaremos Q_m, por lo que las definiciones anteriores se ven modificadas en ese valor $r\left[\left(Q_f-Q_m\right)\left(1-e^{-t/RC}\right)+Q_m\right]+\left(1-r\right)\left[\left(Q_f-Q_m\right)e^{-t/RC}+Q_m\right]$. Por tanto, se muestra en la Figura 3, el Diagrama de Forrester de los flujos de carga y descarga sobre un nivel que acumula las cargas.

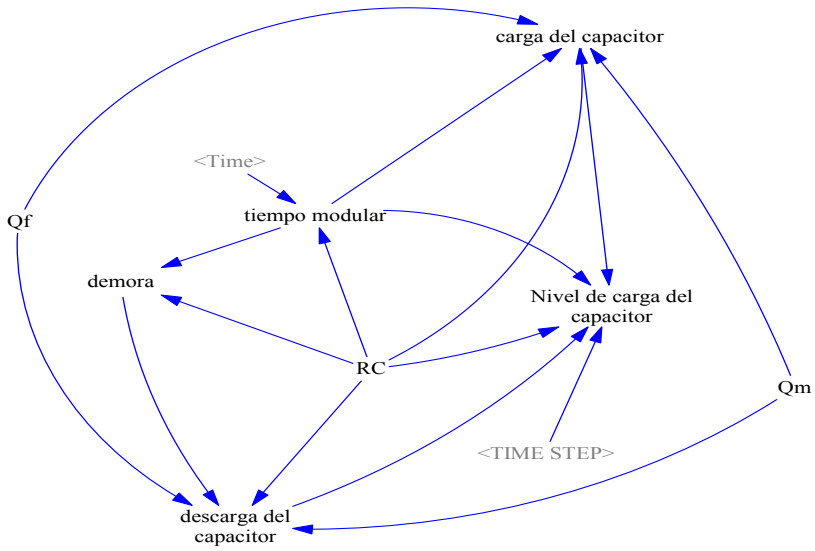


Figura 3: Diagrama de Forrester en Dinámica de Sistemas de la carga y descarga del condensador [Fuente: colaboración de Juárez Gustavo A.]

Al realizar la corrida del programa se obtiene la carga-descarga del condensador como se muestra en la Figura 4, donde al alimentarse el circuito con una tensión continua de 9V estando el condensador descargado, el LED no conduce y el condensador empieza a cargarse a través de la resistencia de carga; al llegar éste a un cierto valor de tensión de carga, el LED empieza a conducir y el condensador se descarga a través de la resistencia de descarga; cuando la tensión del condensador ha descendido hasta un cierto valor crítico de tensión, el LED deja de conducir y se inicia un nuevo proceso de carga-descarga. Por tanto, al cabo de un tiempo $\tau = RC$, la corriente en el circuito disminuye de su valor inicial. En este momento la carga del capacitor ha alcanzado una fracción de su valor final. Ajustándolos a los valores reales obtenidos experimentalmente, se toma 180 segundos donde se busca lograr los niveles de carga-descarga y

el módulo de congruencia del tiempo dependiente de la constante de tiempo.

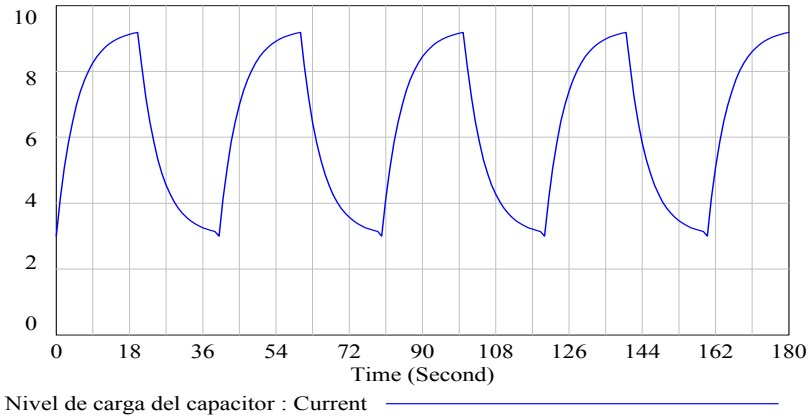


Figura 4: Simulación de carga-descarga del condensador usando el software Vensim PLE 5.2

Se comprobó que el circuito electrónico construido genera una onda en forma de dientes de sierra, donde el tiempo crece conforme la carga-descarga del condensador varíe en un rango entre 3 y 9.3 pulsaciones, determinada por el valor de $\tau = RC$ del circuito. Conforme, a las diversas afecciones cardiacas que tuvimos en cuenta, al registro de los datos experimentales obtenidos en relación a pulsos generados en un periodo de tiempo de 30 [s]; se realizó las correspondientes simulaciones dinámicas usando el software Vensim PLE 5.2, tal como se muestra en las Figuras 5:

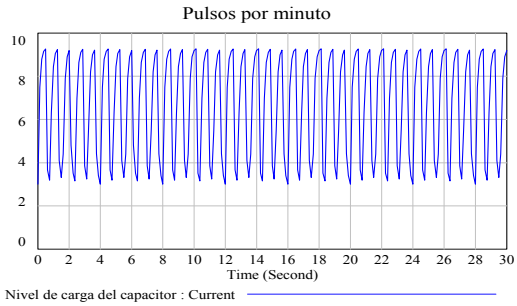


Figura 5: a) Automatismo: pulsación de 79 latidos/min. Con $\tau = RC = 0.095$

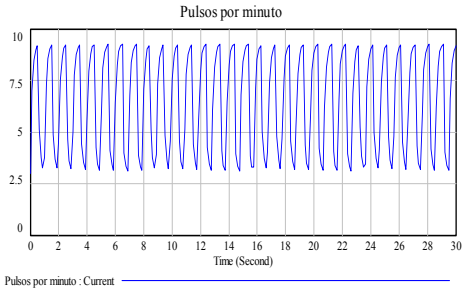


Figura 5: b) Bradicardia sinusal: pulsación menor a 60 latidos/min. Con $\tau = RC = 0.123$

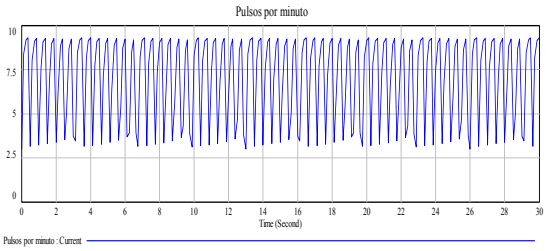


Figura 5: c) Taquicardia: pulsación de 115 latidos/min. Con $\tau = RC = 0.065$

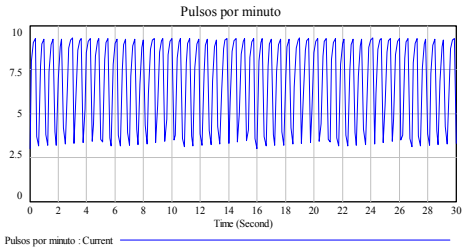


Figura 5: d) Arritmia: pulsación de 94 latidos/min. Con $\tau = RC = 0.08$

Conclusion

En este trabajo se logro motivar e interesar a los alumnos en las ciencias experimentales, mediante la construcción de un circuito experimental: *simulador del marcapaso*. Donde pudieron desarrollar destrezas de manipulación, medición con los instrumentos y equipos, conocer las técnicas de laboratorio, los métodos de procesamientos estadísticos de datos experimentales, utilización y aplicación del software, y la comprobación del comportamiento de las variables que participan en las ecuaciones matemáticas obtenidas mediante la Transformada de Laplace, que relacionan variables de carga - descarga del capacitor simulando el funcionamiento de un marcapaso artificial. Como resultado, se enseñó a los alumnos

a realizar la simulación usando la Dinámica de Sistemas, logrando obtener distintas gráficas con las variaciones que toma $\tau = RC$, respecto a los diferentes valores de pulsos en función del tiempo, según la afección cardiaca que se está estudiando, lográndose así diversas conclusiones que justificaron lo obtenido experimentalmente y la interdisciplinaridad que se requiere en la Tecnología de hoy en día.

Bibliografia

[1] Aduriz-Bravo, A; Izquierdo-Aymerich, M. (2009), Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales *REIEC*, Año 4 Nº Especial 1 pp 40-49

[2] Boyce W. E. y DiPrima R. C. (1996) *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. Limusa. México

[3] Ganong, Williams F. (1992) *Fisiología Médica* (13ra Edición). El Manual Moderno S.A. de CV.

[4] García, J.M. (2002) *Dinámica de Sistema***.** Universitat Politécnica de Catalunya. Cátedra UNESCO. Editorial UPC.

[5] Grünfeld, Verónica (1991) *El Caballo Esférico: Temas de Física en Biología y Medicina*. Lugar Científico

[6] Navarro de Juarez S., Olea A., Chaile A. (1998) *Actividad Eléctrica del Corazón*. Jornadas Universitarias de Desarrollo Regional. UNCa

[7] Osborne, J. (1993). *Alternatives to practical work*. SSR, 75, pp. 117-123

[8] Sornmo L. y Laguna P. (2005) *Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications***.** Amsterdam: Elsevier (Academic Press) cap.6:408-410.

[9] Transechi, Joao (1973) *Electrocardiograma Normal y Patológico*. La Médica S.A.C.I.F.I.

[10] Van Den Bosch P.P.J. y Van Der Klauw C. (1994) *Modeling, Identification and Simulation of Dynamical Systems.* CRC Pres Incorporation, pag.3.

Diseño de Software de Código Abierto para la Enseñanza e Investigación en Temas de Física y Biología

A. I. Lazarte[1,2]; A. M. Silva[1]; M. F. Trejo[3]

1: Departamento V de Ciencias Exactas. Ciclo Básico Común (CBC). Universidad de Buenos Aires, Cátedra de Física y Biofísica, Centro Regional Norte.

2: Autoridad Regulatoria Nuclear. Av. Del Libertador 8250 CABA (C1429BNP)

3: ESB Nº 14 Héroes de Malvinas, San Fernando, DGCyE de la Provincia de Buenos Aires

lazarte.ai@gmail.com; silva@fisicacbc.org.ar; fer.fer2811@gmail.com

Resumen

La mayoría de los temas abordados en Introducción a la Biofísica se basan en procesos dinámicos en régimen estacionario, e involucran un importante conjunto de conceptos que aparecen como parámetros con valores numéricos, que deben ser significantes e interpretables por los alumnos. Las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen valiosos recursos y actividades para la prosecución de este objetivo.

En este caso exponemos el uso de un programa interactivo que permite conceptualizar y modelizar fenómenos físicos, biofísicos y biológicos. Esta herramienta, llamada

"Wolfram® Project Demostration" es de libre acceso y puede ser usada tanto por docentes en clase como por los alumnos. La ventaja frente a otros simuladores de características parecidas es que los ejemplos, junto a la herramienta visualizadora, se descargan en cada computadora y se pueden ejecutar on-line. Se exponen tres ejemplos que incluyen una tarea de interpretación e investigación del potencial de acción; de visualización 3-D del sistema esquelético, y de lenguaje de programación simple e interpretación teórica sobre un modelo de oscilación poblacional clásico de los procesos de nacimiento y muerte (Lotka-Volterra), provisto por los autores. Se esbozan los posibles alcances de esta propuesta innovadora.

Palabras Clave: Enseñanza de la Biofísica; TIC; Software educativo;; Simulaciones.

El Hombre y la Energía Solar

Farabello, Sergio Pablo; Lapalma, Lidia Matilde; Arévalo, Néstor

Facultad de Bromatología. Universidad Nacional de Entre Ríos.
farabellos@uner.edu.ar

Resumen

En este trabajo se relata una experiencia de aula mediante la cual se introdujo en la asignatura Física II de la Licenciatura en Bromatología y de la Tecnicatura Universitaria en Química, la historia de la ciencia y el impacto que ésta tiene en la sociedad y el ambiente.

Para ello, se trabajó en el primer cuatrimestre de 2013 con la unidad temática calor y temperatura, realizando actividades de lectura y comprensión de textos, búsqueda de artículos científicos y construcción de modelos experimentales de bajo costo.

Palabras Clave: Historia de la ciencia; Sociedad y ambiente; Energía solar; Calor y temperatura.

Introducción

Como docentes de Física, estamos acostumbrados a enseñar contenidos "científicos", y a menudo nos preocupa que nuestros alumnos sepan resolver problemas en forma eficaz, que tengan un buen desempeño en actividades de laboratorio, que sepan hacer búsquedas en Internet, pero deberíamos preguntarnos antes si eso es todo en la formación de un alumno. ¿No nos estaremos olvidando de algo importante que va "más allá" del aprendizaje de contenidos?

En efecto, aunque es inevitable la fascinación que, como la mayoría de las personas, sentimos por la tecnología y por los nuevos descubrimientos en la exploración del espacio, del código del ADN, etc., solemos olvidar que, al igual que los países y las personas, la ciencia tiene una historia.

Es decir, que las fórmulas que enseñamos, los experimentos que proponemos a nuestros alumnos, o conceptos tales como el de calor o el de corriente eléctrica, son el resultado de siglos de un continuo y laborioso trabajo de un enorme número de investigadores, que fueron aportando a lo largo de la Historia nuevas ideas para la comprensión de los fenómenos en la Naturaleza.

Quizá alcance por ahora con citar algunos nombres "populares" de grandes científicos, como Galileo, Newton, Darwin o Einstein, que, aunque aparezcan cada tanto "recordados" en documentales de cable o en innumerables ediciones, siguen estando sin embargo ausentes en nuestras aulas y en nuestras

prácticas de enseñanza. Esto quiere decir que la ciencia que enseñamos en general puede llamarse una ciencia "sin historia", y una ciencia que además suele limitarse a los hechos y teorías del presente, y que nuestros alumnos no asocian por tanto con las personas, con los investigadores, que estuvieron "detrás de la escena" para llegar a ese concepto o a esa fórmula que presentamos con tanta naturalidad en el pizarrón, "como si siempre hubiera existido".

Más aún, enseñamos los fenómenos físicos o químicos en forma independiente al impacto que éste ha tenido o tiene en la sociedad y el medio ambiente.

Según Adriana Schnek (2008), *"en la medida en que el saber científico deje de ser visto como único, universal, neutral y objetivo, sea reconocido como un producto social y como parte de la cultura, aumentará el interés por conocer los procesos y contextos de su construcción. Sin duda, este tipo de enfoques redunda en una motivación de los estudiantes, pues al comprender circunstancias e intereses se contextualizan las motivaciones de los científicos y los pactos a los que hubieron de llegar para consensuar los conocimientos."*

Los diseños curriculares priorizan los contenidos disciplinares, muchas veces ignorando los avances científicos, y generalmente sin las referencias históricas, éticas y tecnoambientales ligadas a ellos.

De este modo, el proceso de enseñanza y aprendizaje se vacía del contexto en que las teorías científicas fueron formuladas, y no se hace referencia a los investigadores responsables de las mismas, perdiendo la oportunidad de conocer los debates y controversias que se dieron en torno a ellas.

Teniendo en cuenta lo dicho hasta aquí, podemos afirmar que existe un desfasaje entre la investigación en didáctica de las ciencias y la práctica profesional de los docentes de ciencias. Esto es, los profesores desconocen, en general, los aportes generados por la investigación en didáctica de las ciencias, más concretamente en el caso que nos ocupa, en Didáctica de la Física.

Fundamentación Didáctica

El docente, al planificar la actividad de enseñanza, formula una serie de objetivos que desea alcanzar, aunque luego le cuesta mucho trabajo llevarlos a la práctica o, en el peor de los casos, no sabe cómo hacerlo (Acevedo, 2008).

Los profesores de ciencias han manifestado en reiteradas ocasiones su preocupación por desarrollar en los estudiantes una actitud positiva hacia la ciencia (Solbes, 1990), de forma tal que sean capaces de llevar a los problemas de la vida cotidiana los conocimientos científicos abordados en el aula.

Ribelles, Solbes y Vilches (1995) realizaron una investigación con el propósito de determinar las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la enseñanza de las Ciencias. Particularmente, su relación con la enseñanza de la Física, la Química, la Biología y la Geología. Analizaron en primer lugar los libros de textos utilizados desde el 7° año de la Educación General Básica (EGB) hasta el 3° año del Bachillerato Unificado Polivalente (BUP) y, en segundo lugar, las consecuencias que esto originaba en los estudiantes.

Respecto de los libros de texto, encontraron que no tienen en cuenta los aspectos de la relación CTS, mostrando una

imagen incompleta y descontextualizada de la ciencia, aproximando muy poco la ciencia y la tecnología a los alumnos.

En el cuestionario realizado a los alumnos, vale la pena destacar la respuesta a *"qué cosas se podrían tratar en un curso que sean interesantes"*, donde hubo resultados tales como cuestiones relacionadas con asuntos tecnológicos, la utilidad de la ciencia, temas de actualidad, la historia de la ciencia, etc., todas ellas vinculadas con las relaciones CTS.

La inclusión de actividades con el enfoque CTS tiende a promover el interés de los estudiantes por vincular la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos observados en la vida cotidiana, a estudiar los hechos científicos que tienen una mayor relevancia social, y a abordar las implicancias sociales y éticas asociadas al uso de la tecnología. Además, contribuyen a una mejor comprensión de los contenidos científicos y a superar el "mar de sinsentidos" en que un comentarista dijo se habían engolfado las clases de ciencias, donde se recitaban fórmulas y ecuaciones, pero donde pocos conocían su significado (Matthews, 1994).

Una estrategia de aula como la que formulamos, puede hacer las veces de puente entre la investigación en Didáctica de la Física, los enfoques metodológicos y la práctica docente en el aula.

Por otra parte, en la actualidad existe consenso entre los investigadores en Didáctica de las Ciencias acerca de la correlación entre los modelos históricos de cambio científico (especialmente en Física y Química) y los modelos de cambio conceptual en lo referente al aprendizaje de esas ciencias.

Esto conlleva *"la adscripción de alguno de los modelos emergentes de las nuevas filosofías de la ciencia al campo didáctico-pedagógico, para el cual dichos modelos no están*

explícitamente concebidos, por lo que la adecuación por ejemplo de categorías como núcleo duro o cinturón de seguridad debe hacerse con precauciones, y de modo no prescriptivo" (Drewes y col., 2001).

La organización curricular de determinados contenidos con una orientación CTS debe garantizar que los temas elegidos se vinculen con problemáticas cotidianas de los estudiantes, especialmente aquellas cuya comprensión favoreciera una mejora en la calidad de vida o permitieran la protección o recuperación del ambiente (García de Ricart, 2001) como lo es, por ejemplo, el uso de la energía solar.

Objetivos

Objetivo general

Comprender la utilidad de la ciencia y de la tecnología en la sociedad y el ambiente en la búsqueda del bienestar humano[7].

Objetivos particulares

Con la realización de esta actividad se pretende que los alumnos sean capaces de:

- Comprender cómo se construye el conocimiento científico
- Analizar textos científicos y extraer conclusiones
- Realizar búsqueda de artículos científicos en internet

[7] Enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente)

- Interpretar las leyes relacionadas con la transmisión del calor y la calorimetría
- Diseñar y construir una cocina solar y comprobar su funcionamiento

Contenido Disciplinar

La actividad didáctica propuesta abarca los contenidos disciplinares enumerados a continuación, que forman parte del programa de la cátedra Física II del Ciclo Básico Común de la Licenciatura en Bromatología y la Tecnicatura Universitaria en Química.

- Conceptos de calor y temperatura.
- Escalas de temperatura Celsius y Fahrenheit.
- Principio cero de la termodinámica.
- Capacidad térmica y calor específico.
- Calorimetría. Cambios de fase y calor latente.
- Transferencia de energía térmica: Conducción, convección y radiación.
- Ley de Stefan-Boltzmann. Ley de desplazamiento de Wien.
- Principales usos y aplicaciones de la energía solar.

Metodología

Se propone desarrollar una actividad didáctica basada en:

- la incorporación de la Historia de la Ciencia
- búsqueda e interpretación de textos científicos
- análisis de energías alternativas
- construcción de un diseño experimental
- propuestas de diseños alternativos

En primer lugar, se presentó a los alumnos un video sobre el uso y aprovechamiento de la energía solar por parte del hombre, el cual se utilizó como disparador de la unidad temática correspondiente a calor y temperatura.

Luego se trabajó en la evolución histórica del concepto de calor, que va desde el concepto del "calórico" hasta la cuantización de la energía.

Asimismo se abordó la puesta en escena de los tres procesos de transmisión de energía por calor y la calorimetría, a partir de la exhibición de un video de la serie "Entornos Invisibles de la Ciencia y la Tecnología". En las actividades propuestas, como el planteo y la discusión de diversas situaciones problemáticas, se analizaron los fenómenos desde distintos modelos, de acuerdo a lo desarrollado previamente en el aula.

Por último, se construyó una cocina solar con materiales de bajo costo[8] que permitió integrar los temas estudiados, realizar mediciones, proponer modificaciones, etc.

[8] Modelo de cocina solar tomado del Taller "Uso de la Energía Solar – Construcción de cocinas solares". REF XVII. Villa Giardino, Córdoba. Año 2011

La cocina de bajo costo que se fabricó se utilizó luego para calentar agua y hornear un pan.

Las actividades se realizaron en forma grupal, lo que permitió que los alumnos interactúen entre ellos, transformándonos los docentes en guías o tutores de la actividad.

Actividades

Se realizaron las siguientes actividades:

- Test de ideas previas: se indagaron las ideas previas de los alumnos acerca de calor, temperatura y los mecanismos de transmisión de calor. Para ello se realizó una tormenta de ideas y un diagrama de afinidad.
- Proyección de un video: se proyectó un video sobre el uso de la energía solar por parte del hombre. Al finalizar el video, se conversó sobre las ideas previas de la primera actividad y su relación con el tema abordado en el video.
- Evolución histórica del concepto de calor: la actividad se llevó a cabo en grupos de dos o tres alumnos. Se realizó la lectura de artículos (proporcionados por los docentes) sobre la evolución histórica del concepto de calor. Los alumnos comentaron, en su grupo, cómo fue la evolución histórica del concepto de calor, y luego presentaron un resumen en forma escrita y realizaron una puesta en común valiéndose de la proyección de diapositivas en Power Point.

Consignas suministradas a los estudiantes

- Analizar el papel desempeñado por la evolución del concepto de calor a lo largo de la historia, en la evolución del conocimiento y la cultura de la humanidad.
- Comentar el desarrollo de la evolución del concepto de calor como producto de un trabajo colectivo, en el que los logros y los descubrimientos se deben a la colaboración de científicos; considerando las dificultades encontradas, las crisis y los profundos cambios producidos.

- El hombre y la energía solar: se propuso una búsqueda en internet de artículos científicos relacionados con el uso y aprovechamiento de la energía solar por parte del hombre. Cada grupo debió elaborar una presentación de diapositivas para presentarla al resto de la clase con el fin de sociabilizarla y realizar un cierre de la actividad.

Consignas suministradas a los estudiantes

- Citar aplicaciones tecnológicas de la energía solar, como por ejemplo:
    - Producción de energía eléctrica
    - Aplicaciones industriales
    - Usos domiciliarios
- Analizar la influencia de la ciencia y la tecnología relacionada con la energía solar en la política, la economía y el comportamiento social.
- Incluir problemas medioambientales relacionados con el uso de la energía solar.

- Comparar las consecuencias beneficiosas y perjudiciales que puede tener la aplicación de la energía solar para la humanidad y el medio ambiente.
- Construcción de una cocina solar de bajo costo: cada grupo construyó una cocina solar de bajo costo, según modelo que se entregó por parte de los docentes. Los alumnos pudieron efectuar mediciones y propuestas de mejoras en función de los conceptos estudiados sobre la transmisión de calor.

Cronograma de Actividades

La actividad total tuvo una duración de tres meses, y se desarrolló en forma paralela a las clases teóricas y prácticas de la asignatura. En la Tabla 1 se muestra el cronograma de actividades.

Actividad	Meses		
	1	2	3
Test de ideas previas			
Proyección de video sobre el uso de la energía solar			
Estudio de la evolución histórica del concepto de calor			
Búsqueda de artículos científicos y elaboración de monografías			
Puesta en común de las monografías realizadas			
Construcción de la cocina solar			
Comprobación experimental del funcionamiento de la cocina			
Puesta en común y cierre de la actividad			

Tabla 2. Cronograma de actividades

RESULTADOS OBTENIDOS

Test de ideas previas

Las ideas previas que surgieron al realizar la tormenta de ideas se muestran en la Tabla 2 en el orden enunciado por los alumnos.

Escalas	Contracción	infrarrojo	termodinámica
Energía	Radiación	calorías	aislantes
termómetro	Kelvin	refracción (ladrillos)	conductores
punto de fusión	Celsius	calorimetría	combustible
punto de ebullición	Fahrenheit	entropía	solubilidad
resistencia	estados de agregación	energía de activación	mercurio
convección	cambios de estado	materiales	refractor
conducción	rapidez de la reacción	unidades de medición	sensación
dilatación	constante de equilibrio	presión atmosférica	densidad

Tabla 3. Ideas previas de los alumnos surgidas al realizar la tormenta de ideas

Luego se consultó a los alumnos que habían sugerido cada uno de los términos por qué razón lo habían hecho, lo cual permitió que se pudieran agrupar en un diagrama de afinidad (Tabla 3) en función de tres conceptos organizadores: Calor, Temperatura y Mecanismos de transmisión del calor.

Temperatura	Calor	Mecanismos de transmisión del calor
escalas	energía	resistencia
termómetro	cambios de estado	convección
punto de fusión	rapidez de la reacción	conducción
punto de ebullición	Calorías	radiación
dilatación	calorimetría	refracción (ladrillos)
contracción	entropía	materiales
Kelvin	energía de activación	aislantes
Celsius	unidades de medición	conductores
Fahrenheit	termodinámica	refractor
estados de agregación	combustible	sensación
cambios de estado		
constante de equilibrio		
infrarrojo		
unidades de medición		
presión atmosférica		
solubilidad		
mercurio		
densidad		

Tabla 4. Ideas previas de los alumnos ordenadas según su afinidad

A medida que los estudiantes explicaban el significado del concepto que habían mencionado o la razón por la cual lo habían hecho, los docentes fuimos ampliando ese significado y relacionándolo con los otros que fueron apareciendo.

Algunos conceptos, tales como "rapidez de la reacción" o "energía de activación" requirieron una mayor explicación por parte de los alumnos, para poder interpretar por qué los habían enunciado. Las respuestas, para estos casos fueron *"la temperatura en la que se encuentran las sustancias reaccionantes influye en la velocidad de la reacción química"* y

"para que se inicie la reacción química hace falta una energía mínima".

Otro pregunta realizada por los docentes fue ¿por qué se incluyó la "presión atmosférica" en relación con los conceptos de calor y temperatura? La respuesta del alumno fue *"porque la presión influye en el punto de fusión y en el de ebullición, mencionados por dos de mis compañeros"*.

La reubicación de las ideas o conceptos previos enunciados por los alumnos en función de los conceptos organizadores mencionados, permitió generar un esquema conceptual de la primera parte de la asignatura (calor y temperatura), que sirvió de base para el desarrollo de las clases posteriores y permitió generar un hilo conductor a lo largo del desarrollo de la actividad didáctica narrada en este trabajo.

Proyección de videos

Se proyectaron dos videos. El primero de ellos, producido por el gobierno de España con motivo del Plan de Energías Renovables 2010[9]. El segundo, correspondiente a la serie argentina Entornos Invisibles de la Ciencia y la Tecnología[10]. La proyección de ambos videos posibilitó la discusión del uso y aprovechamiento de la energía solar, y de los conceptos relacionados con la unidad temática de la asignatura, muchos de los cuales habían surgido en el test de ideas previas.

[9] Disponible en http://www.youtube.com/watch?v=LIG6FX9V7UU
[10] Disponible en http://www.youtube.com/watch?v=krBaYZd3stk

Trabajo sobre El Ascenso de la Ciencia

La lectura del artículo "El Regreso del Luchador de Sumo", extraído del libro "El ascenso de la ciencia" de Brian Silver (2005), Fondo de Cultura Económica, permitió que los alumnos pudieran efectuar comentarios sobre cómo fue la evolución histórica del concepto de calor.

Algunos grupos presentaron la evolución histórica del concepto de calor utilizando una línea de tiempo, como puede verse en la Fotografía 1 del anexo fotográfico.

Trabajo sobre la utilización de la energía solar

La búsqueda de artículos científicos permitió que los alumnos descubrieran un sinnúmero de posibilidades de la utilización de la energía solar por parte del hombre. Algunos de los ejemplos encontrados por los alumnos fueron los siguientes:

- Huertas solares
- Energía solar para uso en las duchas
- Ecobarrio en Vauban, Alemania
- Conversión de energía solar en vapor a través de nanopartículas
- Uso de la energía solar para comunicaciones móviles
- Arquitectura solar
- Secado de productos agrícolas
- Destilación del agua de mar

Construcción de la cocina solar

La construcción de la cocina solar y su puesta en funcionamiento constituyó el elemento motivador de la actividad realizada y se transformó en la perla de la actividad.

Poner manos a la obra y construir su propio artefacto tecnológico representó para los alumnos una experiencia interesante, donde pusieron en juego no sólo sus habilidades sino también todos los conocimientos que habían aprendido a lo largo del primer cuatrimestre.

Conclusiones Finales

Realización de actividades experimentales

La construcción de una cocina solar de bajo costo y la utilización efectiva de la misma motivó el interés de los alumnos a sumarse a un proyecto de cátedra que intenta mostrar la utilización por parte del hombre de energías alternativas.

En el anexo fotográfico se pueden observar imágenes del proceso de construcción de la cocina solar y los modelos terminados.

Incorporación de la Historia de las Ciencias

Esta innovación permitió que los alumnos comprendan que los avances de la ciencia se han dado en un contexto determinado, influyendo en la política, la economía y el comportamiento social, lo cual posibilitará que tengan una actitud más proactiva hacia los desarrollos científicos.

Análisis y discusión de textos

Analizar y discutir en el seno del grupo los textos facilitados por los docentes, así como también aquéllos que buscó el mismo grupo, permitió que los alumnos construyan su propio conocimiento y descubrieran no sólo el contexto histórico en que se dieron los avances científicos y tecnológicos relativos a la energía solar, sino también los distintos usos que el hombre le está dando a la energía solar, tanto en la actualidad como lo proyectado para el futuro.

Preparación del trabajo para la puesta en común. Puesta en común y cierre de la actividad

La presentación, al resto de los alumnos, de los resultados obtenidos dentro de un grupo determinado, posibilitó una discusión que enriqueció los trabajos realizados y permitió a los docentes evaluar en forma grupal los nuevos conocimientos generados por el trabajo efectuado.

Bibliografía

Acevedo Díaz, J. A. (2008). *Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. Sala de lectura CTS+I. http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm

Drewes, A. y col. (2001). *Modelos de investigación científica y aprendizaje: I. Los programas de investigación de Lakatos y el aprendizaje de la Química*. Revista Educación en Ciencias, UNSAM, Licenciatura en Enseñanza de las Ciencias. N° 11, pp. 17-24.

García de Ricart, M. (2001). *La orientación CTS como posible eje organizador de contenidos del Área de Ciencias Naturales en los primeros ciclos de la escolaridad*. Cátedra CTS + I Argentina-Uruguay - Primer Seminario OEI-UBA. http://www.oei.es/salactsi/garcia.htm

Matthews, M.R. (1994). *Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual*. Revista de Enseñanza de las Ciencias. 12(2), pp. 255-277. http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v12n2p255.pdf

Ribelles, R., Solbes, J. y Vilches, A. (1995). *Las interacciones C.T.S. en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología.* Comunicación, Lenguaje y Educación. N° 28, pp. 135-143.

Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Biología*. 7ª Edición. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Silver, B. (2005). El luchador de Sumo. En *El ascenso de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica. Pp. 329-332. ISBN: 968-16-7583-5.

Solbes, J. (1990). *Las actitudes*. Cuadernos de Pedagogía. N° 180, pp. 34-35. ISSN: 0210-0630.

Anexo Fotográfico



Fotografía 1. Línea de tiempo



Fotografía 2. Forrado interior con papel de aluminio



Fotografía 3. Cocina solar terminada



Fotografía 4. Cocina solar terminada

El Laboratorio de Física como un Ambito Activo para la Enseñanza-Aprendizaje del Movimiento de los Cuerpos

Marchak, Griselda; Vergara, Laura; Traid, Hugo; Wisner, Diego

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones.

gmmarchak@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene por finalidad mostrar una propuesta metodológica activa en el laboratorio, que buscó facilitar el aprendizaje significativo de los contenidos de cinemática. El objetivo planteado a los alumnos de la asignatura Física General fue que propongan experiencias de laboratorio sencillas que les permita describir, cualitativa y cuantitativamente, el movimiento de una esfera desde el punto de vista cinemático, integrando conceptos del movimiento unidimensional y bidimensional. Se abordó la actividad de laboratorio como una investigación. En base a los saberes previos los estudiantes propusieron diseños, realizaron las experiencias y elaboraron conclusiones. Las actividades se hicieron en grupo, fomentando a través de la discusión la

elección de diferentes alternativas y el análisis crítico de errores. A través de los informes presentados se evidenció que la mayoría de los alumnos logró asimilar los conceptos requeridos visualizando de una forma integral el movimiento, valorizando el trabajo grupal y la actividad investigativa del proceso.

Palabras Clave: Cinemática; Laboratorio de física; Aceleración; Movimiento.

Introducción

En el ámbito de la enseñanza a los alumnos del Profesorado de Física y Matemática, el aprendizaje funcional de los núcleos centrales de Física y el desarrollo de habilidades para aplicarlos y enseñarlos, es fundamental. El "Proyecto de mejora para la formación inicial de profesores para el nivel secundario áreas: Biología, Física, Matemática y Química" formulado por la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación (Ministerio de Educación de la Nación, 2011) propone una formación disciplinar, estrechamente acompañada por la adquisición del conocimiento pedagógico específico, que tenga especialmente en cuenta los problemas de aprendizaje inherentes a cada uno de los núcleos de Física.

En Física, el estudio de la cinemática es básico para comprender el movimiento de los cuerpos. Es un hecho común que los estudiantes no logran encontrar las conexiones entre el problema físico que deben resolver y los conceptos teóricos que fundamentan los fenómenos. En lugar de ver a la Física como un objeto de conocimiento cimentado en un conjunto de leyes fundamentales, ellos adquieren la impresión de que la Física es

un conjunto de ecuaciones especificas que deben ser memorizadas (Flores García et al., 2007). Las investigaciones en aprendizaje han mostrado que la comprensión de los conceptos de posición, tiempo, velocidad y aceleración es difícil y está sujeta a múltiples concepciones previas que interfieren en el proceso del aprendizaje. Entre las dificultades señaladas por los autores (Araujo et al., 2008, Gidugli, 2004 Trowbridge y McDermott, 1980, 1981; Hewson, 1990) se destaca que los alumnos:

1) Tienen concepciones indiferenciadas de movimiento, consideran equivalente los conceptos de desplazamiento y espacio recorrido.
2) No comprenden el concepto de sistema de referencia.
3) No consideran a la velocidad como variable vectorial y no identifican la medida de velocidad en m/s.
4) Tienen dificultades para interpretar desde el punto de vista físico una gráfica, una ecuación o un resultado matemático.

Desde el punto de vista didáctico (García Arques, et al, 1995; Hewson, 1990) se observó que los alumnos:

a) No comprenden las consignas presentadas en problemas y guías porque no están acostumbrados a trabajar con material escrito que les plantee interrogantes.
b) No establecen relaciones entre sus aprendizajes en los distintos bloques de la materia: teoría, coloquio, laboratorio.
c) No buscan fuentes de información bibliográfica para encontrar las respuestas; no consideran importantes las

características principales de una teoría científica para explicar los hechos y de esa forma determinar que otros hechos pueden requerir explicaciones parecidas.

En los últimos años han surgido variadas propuestas didácticas para el estudio de la cinemática. Algunos autores enfocan la comprensión del movimiento centrándose en el estudio vectorial del mismo, priorizando el análisis de gráficos (Gómez Díaz, 2011; Flores García, 2007). En la actualidad se usan herramientas informáticas (enseñanza asistida por ordenador) que consisten en software que realizan mediciones o simulaciones específicas y applets disponibles en internet que sirven de soporte al aprendizaje cualitativo, mediando procesos de modelado y permitiendo el abordaje de diferentes tipos de problemas (Bouciguez y Santos, 2010). Estos programas, si bien mejoran la actitud del alumno hacia el aprendizaje, generalmente presentan un esquema conductista de enseñanza (Beichner, 1994; Araujo et al. 2008, Nascimento 2011). Kofman (2004), señala las numerosas ventajas de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias, pero indica que no hay que olvidar el laboratorio tradicional con elementos reales, los cuales podrán ser complementados o no con nuevas tecnologías, pero nunca sustituidos.

García-Carmona (2009) estudia las tendencias actuales en la formación del Profesorado, concluyendo que la enseñanza de la Física debe concebirse como una actividad investigadora, dejando de ser un instrumento de la aplicación de la teoría. El alumno del Profesorado debe encontrar su mejor lugar de formación en el aula, y en este contexto, el trabajo en el laboratorio de Física se debe concebir como una actividad investigadora, que le permita al futuro docente incorporar

nuevos contenidos y desarrollar a la vez una actitud reflexiva y autónoma que les lleve a cuestionar su práctica docente.

En el presente trabajo se pretende rescatar a través de experiencias sencillas de laboratorio, con el uso de materiales de bajo costo, la riqueza del análisis conceptual. Se muestra una propuesta metodológica activa, que busca facilitar el aprendizaje significativo de los contenidos de cinemática a través de la realización de la integración de distintas experiencias de laboratorio. El objetivo planteado a los alumnos fue analizar experiencias de laboratorio sencillas que les permita describir, cualitativa y cuantitativamente, el movimiento de una esfera desde el punto de vista cinemático integrando conceptos del movimiento unidimensional y bidimensional, analizando el movimiento de la esfera en caída libre, en un plano inclinado y en una trayectoria parabólica, determinando la aceleración del movimiento en cada caso.

El Contexto Educativo

Los alumnos que participaron de la experiencia didáctica pertenecen a las carreras del Profesorado de Física y Matemática, y están cursando la materia Física General en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

Física General es una asignatura anual organizada en clases de teoría, coloquio y laboratorio. En las clases de teoría se busca que los alumnos conozcan los fundamentos teóricos de la asignatura, en coloquio se realiza la resolución de problemas de lápiz y papel y en el laboratorio se llevan a cabo experiencias en entornos reales. El objetivo de la materia es lograr que el alumno tenga una perspectiva general de la Física, adquiriendo una

visión de la misma como ciencia natural, basada en la observación y en la experimentación y con la matemática como herramienta y lenguaje. En este contexto el laboratorio de física es un espacio en el que se pretende acercar al alumno al trabajo científico. Sin embargo, la gran cantidad de alumnos de la asignatura y los escasos recursos didácticos que existen en el laboratorio llevaron, en muchos casos, al desarrollo de demostraciones prácticas en la que los alumnos participaban observando la experiencia o bien realizándola siguiendo una guía estructurada. Por ello, se decidió elaborar experiencias de bajo costo, integradoras, que permitan un análisis conceptual del tema cinemática con un enfoque constructivista.

Tradicionalmente, el tema movimiento en el laboratorio se desarrollaba con guías estructuradas en tres trabajos prácticos diferentes (Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado, Caída Libre y Movimiento Parabólico). Sin embargo, notamos que al analizar cada movimiento en forma independiente, los estudiantes construían el conocimiento de manera aislada, sin visualizar de una forma integral las características comunes y las diferencias entre ellos. Esta situación dio origen esta propuesta, donde el objetivo es determinar de forma indirecta la aceleración de la gravedad, en experiencias donde se recreen el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV) y el Movimiento Parabólico.

Propuesta Metodológica

El aprendizaje significativo es un proceso a través del cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva, con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo. Esto significaría que nuevas ideas,

conceptos, proposiciones, pueden ser aprendidos significativamente (y retenidos), en la medida en que otras ideas, conceptos, proposiciones, relevantes e inclusivos, estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y funcionen, de esta forma, como punto de anclaje de los primeros (Moreira 1994, citado por Rioseco y Romero, 1997)

En este contexto el aprendizaje activo se elabora a través de un aprendizaje significativo y relevante y representa un conjunto de estrategias y metodologías para la enseñanza de las ciencias. Los estudiantes construyen conocimientos científicos, a través de observaciones y experiencias directas del mundo físico. Desde el aprendizaje activo, se tienen en cuenta los saberes previos de los estudiantes y se dejan de lado aquellas prácticas tradicionales, en la cuales el estudiante es un simple receptor de información y aprende única y exclusivamente memorizando contenidos determinados (Cely Rueda, 2013)

Aprender ciencias no significa una simple ampliación teórica de las concepciones previas, sino que requiere las experiencias de laboratorio como una estrategia que permita un cambio conceptual de la estructura cognitiva existente, donde las concepciones científicas pasan a ocupar jerarquías más elevadas que las concepciones previas, del mismo concepto. Es necesario proporcionar estímulos a los estudiantes para desarrollar, modificar y, dado el caso, cambiar sus ideas y puntos de vista (Hodson, 1996).

En el contexto de la enseñanza de la Física, el laboratorio permite enriquecer el área de conocimiento, contribuyendo al crecimiento personal, al desarrollo de habilidades, al pensamiento crítico y reflexivo del estudiante. Es posible establecer a grandes rasgos los objetivos que perseguimos con el laboratorio: reconocer en las experiencias los

contenidos de las clases teóricas, manejo de técnicas experimentales y promover actitudes hacia la investigación científica.

Presentación de la Propuesta

Las clases de laboratorio se iniciaron con preguntas realizadas por los docentes, a los estudiantes con la finalidad de hacer explícitos algunos conocimientos previos de los alumnos relacionados con la aceleración de la gravedad. Asimismo, se utilizaron ejemplos de la vida cotidiana, dados por docentes y estudiantes, para promover el análisis de los conceptos en estudio y favorecer la habilidad de establecer predicciones.

Es de destacar que algunas de las preconcepciones que manifestaron los estudiantes, concuerdan con las referenciadas por la bibliografía mencionada en la introducción.

Con respecto al movimiento en general, mostraron dificultades para diferenciar velocidad y aceleración al describir un movimiento acelerado como aquel en el que aumenta la aceleración; la capacidad de describir un movimiento en función a determinadas variables conocidas, por ejemplo analizar si un movimiento es uniforme o variado conociendo las distintas posiciones en función del tiempo.

Con respecto a la caída de los cuerpos, es interesante la predicción que realizaron al expresar que un cuerpo más pesado caerá más rápido que uno de menor peso.

Al analizar con los estudiantes las características comunes de las variables cinemáticas en el movimiento rectilíneo y en el movimiento curvilíneo de un cuerpo, se observaron ciertas dificultades relacionadas con la aceleración de caída de

los cuerpos para poder explicar los siguientes planteos: ¿Un cuerpo que cae verticalmente tiene la misma aceleración que un cuerpo que describe un movimiento parabólico?, ¿La aceleración de caída de un cuerpo es constante?, ¿Cómo se relaciona la aceleración de caída con la aceleración que tiene un cuerpo que se desplaza sobre un plano inclinado?

Para dar respuesta a estos interrogantes, se desarrollaron experiencias de laboratorio planteando el proceso de enseñanza-aprendizaje como una actividad de investigación dirigida a producir cambios conceptuales, de procedimiento y de actitud que les permitan superar sus dificultades de aprendizaje como alumnos y al mismo tiempo sea una actividad en la que logren desarrollar capacidades necesarias para desenvolverse en el futuro como docentes.

El tiempo para la implementación de la propuesta fue de dos semanas con dos horas semanales. Las clases de laboratorio se desarrollaron con un grupo clase de aproximadamente treinta alumnos, los cuales se organizaron en grupos de trabajo de cinco estudiantes, buscando con esta metodología mejorar las habilidades interpersonales y de comunicación.

La evaluación de la experiencia se realizó a partir del informe de laboratorio, siendo las competencias genéricas a evaluar en la actividad: aprendizaje autónomo, conocimientos de Física transferibles a otros contextos, capacidad de análisis y de síntesis, capacidad de organización y planificación, comunicación escrita y trabajo en equipo.

Desarrollo de las Experiencias y Resultados Obtenidos

Experiencia 1: Caída Libre

Para iniciar el estudio del movimiento, se recurrió a una práctica muy sencilla: comparar por observación directa cualitativa la caída de cuerpos de masas diferentes a partir de 2 m de altura. Se utilizaron una esfera de acero, un borrador, una hoja de papel extendida y una hoja de papel de las mismas características que la anterior, pero arrugada en forma de bollo. Al comparar de a pares la esfera, el borrador y la hoja hecha bollo, los estudiantes no observaron diferencias en los tiempos de caída. Sin embargo al comparar los cuerpos anteriores con la hoja de papel extendida la diferencia en el tiempo de caída empleado por cada cuerpo fue importante.

Posteriormente los estudiantes midieron cuantitativamente el tiempo de caída de cada uno de los cuerpos desde una altura determinada, repitiendo la experiencia 5 veces y calculando el tiempo promedio de caída para cada objeto.

Al finalizar la experiencia se planteó a los alumnos analizarla a partir de sus preconcepciones, de las observaciones registradas, y de los conceptos vistos en la clase de teoría. Para ello se plantearon las siguientes cuestiones:

- Si dos cuerpos de diferente peso se dejan caer libremente desde la misma altura, ¿cuál de los dos cuerpos llegará primero al suelo?
- ¿Cómo resultaron las mediciones de los tiempos de caída de los cuerpos? ¿Hay diferencias? ¿A qué se deben?

- A partir de las determinaciones realizadas calcular el valor de la aceleración de caída para cada cuerpo. ¿Qué pueden decir de los resultados obtenidos?

En la experiencia cualitativa, al observar la caída simultánea de dos masas diferentes la mayoría de los estudiantes pudo constatar que el tiempo de caída es independiente de la masa de los cuerpos. Sin embargo, al observar la caída de la hoja de papel extendida y una hoja similar pero hecha un bollo, indicaron que los tiempos de caída fueron muy diferentes debido a la resistencia del aire, reconociendo que la forma del cuerpo influye en el mismo.

Al realizar las mediciones del tiempo de caída de cada uno de los cuerpos, los alumnos observaron muchas diferencias en las determinaciones. Estos resultados influyeron significativamente en el cálculo de la aceleración de caída de los cuerpos; en la mayoría de los casos, el valor de la aceleración dio por debajo del valor esperado. Los estudiantes atribuyeron estos resultados a las magnitudes pequeñas en las mediciones del tiempo de caída donde el error generalmente se cometió por exceso. Cabe mencionar que el valor de aceleración de la hoja de papel extendida, donde el tiempo de caída fue mucho mayor que el de los otros cuerpos, dio un valor de aceleración muy por debajo del valor esperado.

La conclusión a la cual arribaron los estudiantes respecto a esta experiencia fue, que las dificultades para medir tiempos de caída muy pequeños, la convierten en poco apropiada para determinar la aceleración de caída de los cuerpos.

Experiencia 2: Movimiento en un Plano Inclinado

A raíz de las dificultades para medir el tiempo de caída libre en la Experiencia 1, se solicitó a los estudiantes analizar diferentes alternativas que les permitiera determinar la aceleración del cuerpo. Las propuestas presentadas por los alumnos fueron: a) trabajar con alturas mayores, sin embargo esta no resulta una opción válida en el contexto del laboratorio. b) estudiar el tiempo de caída del cuerpo en un plano inclinado (esta propuesta surgió recordando la experiencia de Galileo vista en clase teórica)

Los alumnos decidieron realizar el estudio del movimiento del cuerpo en un plano inclinado. Para ello usaron un riel de aluminio de 1m de largo, donde se realizaron marcas de subdivisión cada 25 cm. Se les solicitó analizar como liberar la esfera en el plano logrando una velocidad inicial igual a cero y como detectar el final del movimiento de forma tal que el tiempo pueda ser medido con la mayor precisión posible.

Cada grupo realizo las pruebas preliminares y en general, optaron por colocar una regla frente a la esfera, retirándola hacia adelante para iniciar el movimiento y evitar comunicarle una velocidad inicial, y utilizar un tope para que el sonido del impacto indique el final del movimiento. Habiendo realizado las pruebas preliminares, procedieron a tomar con un cronometro 5 mediciones del tiempo para cada una de las marcas calculando el tiempo promedio en cada caso.

Para analizar esta experiencia se planteó a los alumnos las siguientes cuestiones:

A partir de las determinaciones realizadas, calcular la aceleración de la esfera en el plano inclinado. ¿Con qué tipo de movimiento se corresponde?

¿Qué relación tiene el valor hallado de la aceleración de la esfera sobre el plano inclinado, con la aceleración de la gravedad?

A partir del valor obtenido para la aceleración del cuerpo en el plano inclinado, determinar la magnitud de la aceleración de la gravedad.

En esta experiencia, los estudiantes encontraron que la aceleración calculada en los distintos tramos toma un valor aproximadamente constante. Al realizar el análisis del movimiento unidimensional del cuerpo en el plano inclinado, los alumnos hallaron la relación entre la aceleración calculada y la aceleración de la gravedad en términos de la inclinación del plano; a partir de la misma determinan el valor de la aceleración de la gravedad encontrando que los resultados obtenidos son, en general, próximos al valor esperado.

Al comparar esta experiencia con la anterior, los estudiantes encontraron que, teniendo en cuenta las precauciones señaladas respecto a las dificultades de coordinación entre el inicio y el final del movimiento, la experiencia en el plano inclinado es adecuada para determinar el valor de aceleración de la gravedad.

Experiencia 3: Movimiento Parabólico

Hasta ese momento los estudiantes realizaron experiencias con el objetivo de determinar la aceleración de la esfera en caída libre y en el movimiento sobre el plano inclinado, ambos movimientos unidimensionales. Se les solicitó analizar propuestas para obtener el valor de la aceleración de la gravedad en un movimiento bidimensional.

Los alumnos propusieron trabajar con el movimiento parabólico, encontrando que la dificultad más importante era lograr una velocidad inicial replicable en las distintas experiencias. Para superarla, montaron un plano inclinado (igual al de la Experiencia 2), de manera tal que la velocidad de la esfera a la salida del plano inclinado, sea la velocidad inicial del movimiento parabólico. Después de varios ensayos de prueba y error, los estudiantes decidieron realizar la experiencia liberando una esfera desde la parte superior del plano inclinado, comprobando que la misma al salir del extremo inferior, caía directamente al suelo, impactando sobre un papel carbónico pegado a una hoja blanca limpia fija al piso. El tiempo que tardó el proyectil en el movimiento que realiza al salir del riel hasta su impacto en el suelo fue medido con un cronometro. La altura de la mesa fue obtenida con una plomada. La experiencia se repitió 5 veces, registrando los tiempos obtenidos y calculando el tiempo promedio. Finalizadas las repeticiones, retiraron el papel carbónico sin mover la hoja blanca y midieron las marcas de impacto de la esfera con respecto al borde de la mesa con una cinta métrica.

Realizadas las mediciones de tiempo, desplazamiento vertical y horizontal, los estudiantes determinaron el valor de la aceleración de la gravedad valiéndose de la ecuación de la trayectoria para el movimiento parabólico. Encontraron que los valores calculados eran menores a los esperados.

Al analizar las causas que pudieron afectar el cálculo, los alumnos reconstruyeron la ecuación de la trayectoria, reconociendo la influencia de la determinación del tiempo empleado en el movimiento. Nuevamente se encontraron en una situación similar a la Experiencia 1, donde los tiempos registrados en la experiencia eran mayores a los predichos en sus cálculos teóricos.

Conclusiones

Esta experiencia permitió un análisis conceptual del tema cinemática mediante un enfoque constructivista, donde a partir de actividades de bajo costo se logró integrar el estudio del movimiento de los cuerpos tanto unidimensional como bidimensional. Las características de este trabajo práctico, permitieron a los estudiantes reconocer en las actividades de laboratorio un ámbito propio donde plantear propuestas, predecir resultados y contrastarlos con los experimentales, favoreciendo de esta manera una apropiación consciente de la actividad de experimentación en el laboratorio.

Además, los informes presentados por los alumnos con el análisis de las actividades propuestas, evidenciaron que la mayoría logró asimilar los conceptos requeridos y visualizar de una forma integral la determinación de la aceleración de la gravedad. Se destaca también el reconocimiento por parte de los alumnos, de los puntos críticos en las determinaciones que realizaron y de las principales variable que influyeron en los resultados obtenidos. En sus conclusiones valorizaron el trabajo grupal y la actividad investigativa del proceso.

Finalmente, los docentes rescatamos que es posible salvar las dificultades de contar con un elevado número de alumnos y los escasos recursos didácticos que existen en el laboratorio, elaborando experiencias sencillas donde los estudiantes participen activamente en la construcción de su propio proceso de aprendizaje.

Bibliografía

Araujo I.S; Veit, E.A; Moreira, M.A. (2008) Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. Computers & Education 1128–1140

Beichner, R.J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs American Journal Physics. Vol. 62, N° 8, 750–762.

Bouciguez, M.J; Santos, G. (2010) Applets en la enseñanza de la Física. Un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. Revista Eureka Enseñanza Divulgación Científica. 7(1), pp. 56-74 F.

Cely Rueda, I. L. (2013). La Formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología del aprendizaje activo. Estudio de caso: Colegio La Salle Bello. Tesis Magister en Enseñanza Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Disponible www.bdigital.unal.edu.co/9497/

Flores-García, S., González-Quezada, M. D., & Herrera-Chew, A. (2007). Dificultades de entendimiento en el uso de vectores en cursos Introductorios de mecánica. Revista Mexicana de Física E, 53(2), 178-185.

García–Carmona, A. (2009). Investigación en Didáctica de la Física. Tendencias actuales e incidencia en la formación del Profesorado. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol 3 N°2.

García Arques, J.J; Pro Bueno, A. Saura Llamas O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: EL estudio del movimiento. Enseñanza de las Ciencias, 13 (2) 211, 226.

Guidugli, S; Fernández Gauna, C., Benegas, J: 2004. Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria. Enseñanza de las ciencias. 22(3), 463–472.

Gómez Díaz, B.A. (2011). Enseñanza de los conceptos de la Cinemática desde una perspectiva vectorial con los estudiantes de grado decimo del colegio José Antonio Galán. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia.

Hewson, P.W. 1990, La enseñanza de fuerza y movimiento como cambio conceptual. Enseñanza de las ciencias. 8 (2) 157-171.

Hodson, D. (1996), Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. Journal of Curriculum Studies, 28:2,115-135

Kofman, H.A (2004) Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física Universitaria y la capacitación docente. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 17, Nº 1.

Ministerio de Educación de la Nación. (2011). Proyecto de mejora para la formación inicial de profesores para el nivel secundario Áreas: Biología, Física, Matemática y Química, formulado por la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación. Secretaria de Políticas Universitarias. En: http://www.unam.edu.ar/2009/images/stories/ documentos/academica/bio_fis_mat_quim.pdf.pdf (consulta 10/06/ 2013)

Nascimento; M.M. (2011) Uma análise dos efeitos da ferramenta computacional Modellus sobre os alunos de Ensino Médio na compreensão de gráficos em cinemática. Revista Visão Acadêmica; Universidade Estadual de Goiás. Brasil

Rioseco, M., Romero, R. (1997). La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo. *Actas Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Universidad de Burgos. Disponible en el Foro Educativo de OEI http://www.oei.es/equidad/rioseco3.PDF

Trowbridge, D y McDermott, L. 1981. Investigation of student undestanding of the concept of acceleration in one dimension. Am. J. Phys. 49(3). 242-253.

Trowbridge, D y McDermott, L. 1980. Investigation of student undestanding of the concept of velocity in one dimension. Am. J. Phys. 48(12): 1020-1028.

El Video Digital como Sistema de Adquisición de Datos. Una Aplicación Particular: La Medicion de Variables Cinemáticas en la Marcha Humana.

Javier Martín; Marcela Martinez; Martín Micolo y Federico Schliamser

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC

jmartin.cba@gmail.com

Resumen

En este trabajo se relata una experiencia innovadora que permitió implementar un trabajo práctico experimental sobre la marcha humana utilizando como sistema de adquisición de datos un video digital, procesando las películas mediante software libre específico.

Palabras Clave: Adquisición de datos; Práctica experimental; TICs; Cinemática.

Introducción

La marcha humana es una de las áreas de estudio de la asignatura Biomecánica de 4° Año de la Carrera de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Podemos describir la marcha humana normal (locomoción) como "una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad" (Luna, 1999). En el estudio de la marcha, el ciclo comienza cuando un pie hace contacto con el suelo y termina con el siguiente contacto del mismo pie; a la distancia entre estos dos puntos de contacto del pie con el suelo se la llama un paso completo. El ciclo de la marcha se divide en dos componentes principales: la fase de apoyo y la fase de balanceo. Una pierna está en fase de apoyo cuando está en contacto con el suelo y en fase de balanceo cuando no hace contacto con el suelo. Estas dos fases se van alternando de una pierna a la otra durante la marcha.

El aumento de las prestaciones de los sistemas electrónicos de procesamiento de datos, la baja comparativa de los precios de la tecnología, el aumento de la conectividad que brinda internet y la proliferación de software libre, de código abierto y gratuito, permite que el procesamiento de datos se pueda hacer a partir de dispositivos de bajo costo, utilizando elementos como cámaras fotográficas digitales, reproductores y grabadores de audio en formato mp3/4/5 y teléfonos celulares (Sampallo, 2006) o de sistemas electrónicos de adquisición de datos (datalogger) fabricados por los propios alumnos, que ofrece un campo enorme de aplicación con un bajo gasto en equipamiento, ya que el instrumento más costoso (el sistema de adquisición de datos) puede ser provisto por el alumno (Martín, 2011).

En el pasado montar un "Laboratorio de Marcha" era una tarea compleja y costosa debido a la especificidad, alta tecnología y elevado costo del equipamiento necesario. Actualmente el desarrollo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) vinculadas a la captura y procesamiento de imágenes digitales permite montar un "Laboratorio de Marcha" de una manera simple y con costos accesibles. Esto le permitió a la Cátedra de Biomecánica diseñar e implementar un trabajo práctico experimental sobre la de marcha humana utilizando como sistema de adquisición de datos un video digital.

Esta actividad es un ejemplo de una aproximación constructivista para el estudio biomecánico de la marcha humana mediante un trabajo práctico experimental que incorpora las TICs a la práctica experimental, utilizando la cámara fotográfica digital como sistema de adquisición de datos. Por una parte esta tecnología permite un estudio detallado y preciso, difícil de lograr con herramientas tradicionales, sin incorporar elementos sofisticados ni generar mayores costos. Por otra, los alumnos están sumergidos en un mundo cada vez más mediado por la tecnología y en general están preparados y motivados para su uso (Calderón, 2007).

Materiales y Métodos.

Nuestra propuesta consiste en el uso de la cámara digital tanto en el modo fotográfico como en el modo video para realizar el estudio de la marcha human desde un punto de vista estático y desde un punto de vista cinético.

La práctica experimental consiste en filmar, con una cámara fotográfica digital, a una persona caminando sobre el piso y sobre una plataforma móvil. El material fílmico obtenido

se procesa de dos formas diferentes, para analizar la marcha desde un punto de vista estático y desde un punto de vista cinemático. Para el estudio estático se transforma la filmación digital en fotogramas, utilizando el programa Video2photo y, sobre estos, se miden los ángulos articulares del tren inferior en las distintas fases de la marcha utilizando el software de geometría dinámica Geogebra. Para el estudio cinemático se analiza el vídeo con el software Tracker que permite hacer un seguimiento de la posición de los puntos de interés biomecánico a través del ciclo de marcha, para obtener las funciones posición, velocidad y aceleración en función del tiempo de las articulaciones y centros de gravedad de los miembros inferiores.

Para esta actividad se utilizó como sistema de adquisición de datos una cámara fotográfica digital Panasonic Lumix DMC-FZ50 (Figura N°1) cuyos datos y características técnicas figuran en el Anexo I.



Figura N° 1: Cámara fotográfica digital Panasonic Lumix DMC-FZ50

Y como sistemas de procesamiento de datos los siguientes programas:

- Video2photo (http://www.pixelchain.com/ video 2photo/) software libre que permite extraer fotogramas individuales (o fragmentos de varios de ellos) desde vídeos en diversos formatos, y crear con ellos galerías de fotos, animaciones en Flash (SWF), vídeos AVI o simplemente guardarlos como imágenes.
- GeoGebra (http://www.geogebra.org/cms/) Es un software libre de matemática para educación en todos sus niveles, reúne dinámicamente, aritmética, geometría, álgebra, cálculo y análisis, en un armónico conjunto tan sencillo a nivel operativo como potente en que cada versión es compatible con las previas.
- Tracker (http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/) es un programa gratuito de análisis de video y construcción de modelos hechos en el ambiente Java del proyecto Open Source Physics (OSP, Física de Código Abierto). Está especialmente diseñado para ser usado en la enseñanza de la Física.

Trabajo Práctico: Análisis de la Marcha Humana

El trabajo práctico del análisis de la marcha humana diseñado e implementado en la Cátedra de Biomecánica de la carrera de Ingeniería Biomédica de la Facultad de Ciencias Exactas Física y Naturales del Universidad Nacional de Córdoba se divide en dos partes: un estudio estático y un estudio cinemático de la locomoción.

En ambos casos el experimento comienza filmando a una persona caminando a velocidad normal (70 pasos por segundo aproximadamente 1,2 m/s) sobre una cinta

transportadora móvil a la cual se le adosa un elemento que luego permita escalar las imágenes (escala). El video así adquirido consiste en una serie de imágenes digitales tomadas en una secuencia conocida de tiempo, en muestro caso 30 cuadros por segundo (30 fps).

- Primera parte. Estudio estático: el objetivo de este experimento es medir los ángulos que forman los distintos elementos del tren locomotor humano en algunos momentos característicos de las distintas fases de la marcha (figura N° 2). Utilizando el programa Video2Photo se obtiene una sucesión de imágenes del registro fílmico. Luego se seleccionan las imágenes correspondientes a esos momentos característicos y se procesan con el software Geogebra con el que resulta muy sencillo la medición de estos ángulos (figura 3) trazando rectas que representan los elementos del tren locomotor (AB y BC en el ejemplo de la figura N° 3).

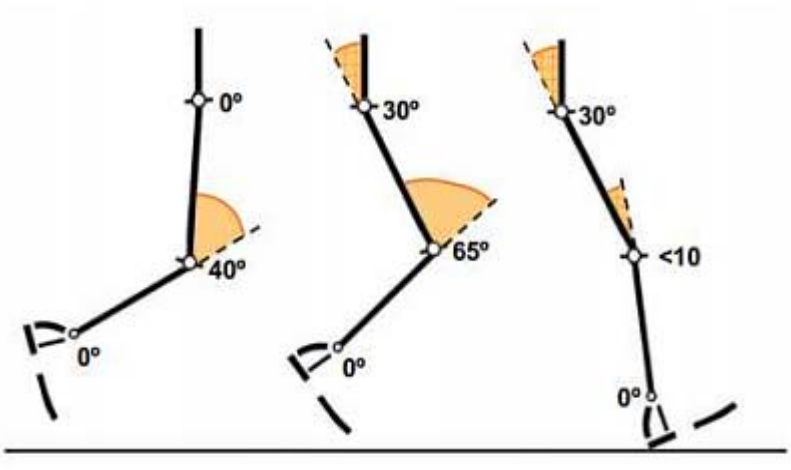


Figura N° 2: Ángulos característicos de la marcha humana

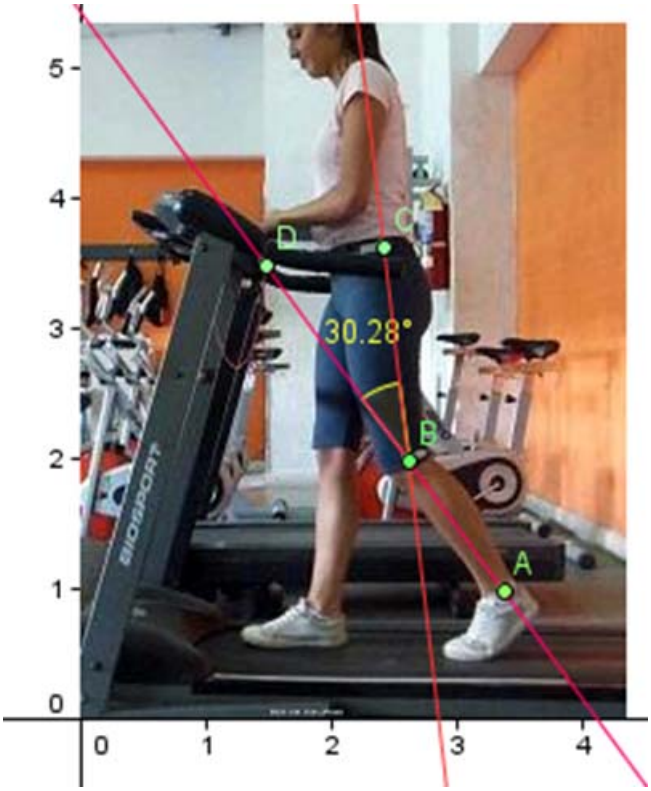


Figura N° 3: Imagen procesada con GeoGebra

- Segunda parte. Estudio cinemático: En este otro experimento el objetivo es determinar las características cinemáticas (posición, velocidad y aceleración) de los distintos puntos de interés del tren locomotor humano durante la marcha en función del tiempo. En este caso el registro fílmico se procesa mediante el software Tracker que luego de configurar la escala de la imagen permite seguir manualmente un punto obteniendo sus coordenadas (posición y tiempo) para cada cuadro. En la medida que se va relevando el punto de interés a través de los distintos fotogramas que forman la secuencia la película en estudio el Tracker va completando una tabla de datos (figura N° 4), que puede ser exportada a otros

programas (por ejemplo Microsoft Excel) y confeccionando los gráficos posición, velocidad y aceleración función del tiempo (figura N° 5).

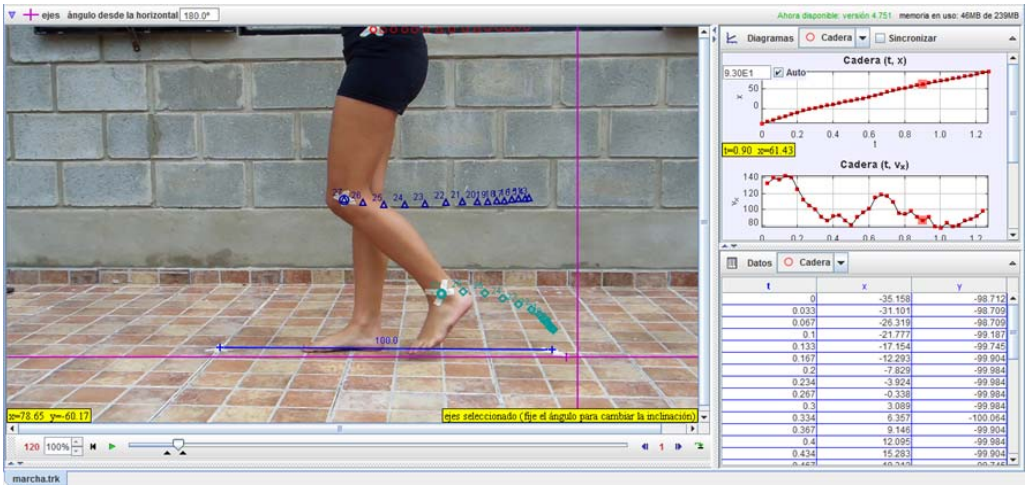


Figura N° 4: tratamiento del video con el software Tracker

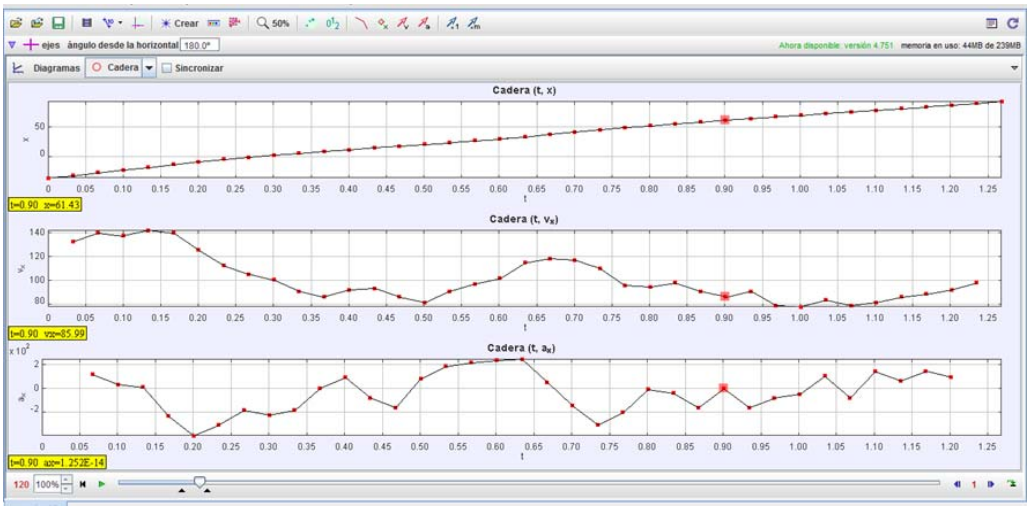


Figura N° 5: gráficos posición, velocidad y aceleración función del tiempo obtenidos con el software Tracker.

Los resultados experimentales, de todas las experiencias realizadas, arrojan valores que al ser comparados con los datos que están consignados en la bibliografía específica de biomecánica de la marcha humana resultan coincidir muy ajustadamente.

Conclusión

Sabiendo que los trabajos prácticos experimentales se han consolidado como una de las prácticas educativas más exitosas en el ámbito de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología y que de acuerdo al objetivo que se desee alcanzar se debe realizar su diseño y seleccionar el equipamiento a utilizar (Izquierdo y Espinet, 1999), creemos que el diseño de nuestro trabajo practico sobre el estudio de la "Marcha Humana", puede facilitar la tarea de enseñanza aprendizaje de esta complejo tema de Biomecánica.

En los dos años que se viene realizando este trabajo práctico experimental se acumuló una importante cantidad de resultados que nos permite afirmar:

- Los alumnos de la carrera de Ingeniería Biomédica de la FCEFyN, que tienen una amplia formación en disciplinas tecnológicas, se ven fuertemente motivados a desarrollar práctica experimentales que incluyan TICs, logrando aprendizajes más significativos e integrando conocimiento adquiridos en asignaturas del plan de estudio.
- Los resultados experimentales, de todas las prácticas realizadas, arrojan valores que al ser comparados con los datos que están consignados en la bibliografía específica de

biomecánica de la marcha humana resultan coincidir muy ajustadamente.

Por lo expresado en los párrafos anteriores creemos conveniente seguir incorporando prácticas experimentales medidas por TICs en la enseñanza de la ingeniería en general y de la Biomecánica en Particular.

Bibliografía

Calderón S., González S. y Gil S. (2007). **Determinación de la fuerza de roce con el aire usando nuevas tecnologías**. *Revista de Enseñanza de la Física Vol. 20, N° 1 y 2, pp. 55-64.* ISSN 0326-7091 (papel), ISSN 2250-6101 (en línea)

Izquierdo, M. y Espinet, M., 1999. **Fundamentación y diseño de prácticas escolares de ciencias experimentales**. *Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol. 17 N°1, pp. 45-60.*

Luna, P. (1999) **Biomecánica de la Marcha Humana Normal y Patológica**. *Instituto de Biomecánica de Valencia 2ª ed. Vol. 1.* Valencia, España.

Martín, J.; Cantero, P.; Rodriguez, C.; Galeasso, A.; Rossi, F. y Babenco, M. (2011). **Diseño y construcción de un datalloger para instrumentar la toma de datos en el laboratorio de física**. *Memorias de la XVII Reunión de educación en Física (REF XVII).* Villa Giardino, Córdoba. ISBN 978-950-33-0925-4.

Sampallo, G. y Mesa, S., (2006). **La cámara digital en el estudio del movimiento**. *Memoria del V Congreso Argentino de Educación en la Ingeniería.* Mendoza. pp 527-534.

Anexo I

Características principales de la cámara fotográfica digital Panasonic Lumix DMC-FZ50

GENERAL		
Tipo de cámara	compacta digital de objetivo incorporado y visor electrónico	
Sensor de imagen	Tipo	CCD
	Tamaño	1/1,8 pulgadas
Resolución	Total	10.4 MP
	Efectiva	10.1 MP
ÓPTICA		
Modelo	Leica DC Vario-Elmarit	
Distancia focal	Digital	7,4 - 88,8 mm
	35mm	35 - 420 mm
Zoom	Óptico	12x
	Digital	4x
Estabilizador	sí	
Abertura	Máxima (W-T)	f2,8 - f3,7
	Mínima (W-T)	f11 - f11
Enfoque	Automático	sí
	Manual	sí
	Normal	30 cm - infinito
	Macro	5 cm - infinito

CONTROL DE EXPOSICIÓN		
Velocidad de obturación	Máxima	1/2000 s
	Mínima	60 s
	Modo B	no
Sensibilidad	Mínima	100 ISO
	Máxima	3200 ISO

CONTROL DE DISPARO		
Disparo simple	Archivos	JPEG, RAW
	Resoluciones (en píxeles)	3.648 x 2.736 3.600 x 2.400 3.584 x 2.016 3.264 x 2.448 3.248 x 2.160 3.072 x 1.728 2.560 x 1.712 2.560 x 1.920 2.048 x 1.360 2.048 x 1.536 1.920 x 1.080 1.600 x 1.200
Disparo en ráfaga	5 imágenes, 2 fps, 3.648 x 2.736 píxeles 5 imágenes, 1 fps, 3.648 x 2.736 píxeles 3 imágenes, 2 fps, 3.648 x 2.736 píxeles 3 imágenes, 1 fps, 3.648 x 2.736 píxeles	
Vídeo	Archivo	MOV
	Tipo	848 x 480 píxeles, 30 fps, 848 x 480 píxeles, 10 fps, 640 x 480 píxeles, 30 fps, 640 x 480 píxeles, 10 fps, 320 x 240 píxeles, 30 fps, 320 x 240 píxeles, 10 fps,
	Sonido	sí
Temporizador	Simple	2, 10 s

Almacenamiento		
Soportes De Almacenamiento	Incorporado	Sd Card De 32 Mb
	Compatibles	Sd Card / Mmc, Sdhc
Archivos	Jpeg, Mov, Raw, Wav	
Cuerpo		
Peso	Bruto	734 G
	Neto	668 G
Ancho X Alto X Grosor	140,7 X 85,5 X 142 Mm	

Enseñanza de Física en Escuelas Primarias de Tucumán. Análisis de un Módulo Didáctico

Bravo, Silvia del Valle

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán

sbravo@herrera.unt.edu.ar

Resumen

Se describe una experiencia de implementación de un módulo didáctico sobre las propiedades de los materiales en una muestra de 6 escuelas primarias de la provincia de Tucumán. El módulo se desarrolló en el marco de la aplicación del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC) en las provincias de Tucumán y Buenos Aires. En este trabajo se presentan las características generales de la propuesta didáctica, sus fundamentos, los criterios utilizados para su evaluación y los resultados alcanzados.

Palabras Clave: Enseñanza de Ciencias: Propiedades de los materiales; Nivel primario; Actividades experimentales; Cuadernos de ciencia.

Introducción

Contexto de la implementación de la propuesta

El Proyecto de Alfabetización Científica (PAC) fue desarrollado por personal de las áreas curriculares del Ministerio de Educación de la Nación y propone la enseñanza a través de la indagación. Está inspirado en los postulados del programa francés *las manos en la masa* (Quérés, Charpak, Léna, 2006) y forma parte del Programa para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática del Ministerio de Educación de la Nación.

En la propuesta didáctica se reemplazan las típicas clases expositivas por trabajos de experimentación: mediante el juego, la observación sistemática o la resolución de problemas, los chicos van construyendo hipótesis que luego confirman o rechazan.

El PAC contempla diversos componentes: capacitación docente, material de trabajo para el aula y cuadernos de ciencias para que los alumnos registren los aprendizajes. Entre los recursos para la actividad experimental se encuentran lecturas adicionales, láminas de apoyo gráfico y kits de elementos para el desarrollo de cada uno de estos módulos.

Mediante este proyecto se desarrollan ejes de contenidos en torno a la física, la química y la biología. Los mismos se realizan de acuerdo con los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios establecidos por el Ministerio de Educación de la Nación para cada nivel y área de conocimiento.

El PAC se implementó en 2009 y 2010 en 31 escuelas de la provincia de Tucumán repartidas en los departamentos de Tafí Viejo, Yerba Buena, Cruz Alta y capital. También se implementó en la zona Sur del Conurbano de la provincia de Buenos Aires. Estas áreas han sido seleccionadas por sus características socioeconómicas y sus resultados educativos. Se trata de zonas donde hay una alta proporción de escuelas en condiciones de vulnerabilidad y una alta proporción de hogares con necesidades básicas insatisfechas.

Las escuelas donde se aplicó el proyecto han contado, además, con un acompañamiento especial. Cada escuela tenía asignado un acompañante didáctico (AD) cuya función consistía en dar apoyo individual a los maestros visitando las escuelas participantes cada 15 días y evaluar la marcha del módulo con observaciones de clase, análisis de los cuestionarios aplicados y de los cuadernos de ciencia.

Se realizaron también seminarios provinciales de capacitación con los docentes de las escuelas participantes, directores y supervisores de nivel (un seminario por cada módulo). El PAC comenzó a implementarse en las escuelas participantes inmediatamente después del 1º seminario de capacitación.

En 4º grado se desarrollaron los módulos *"¿Qué es lo que nos permite movernos?"*, *"Fuerzas y acciones mecánicas"* y *"¿Cómo elegimos los materiales que usamos?"*

En 5º grado se desarrollaron los módulos: *"Ese polvillo misterioso"*, *"¿Qué camino siguen y cómo cambian los alimentos que comemos?"* y *"La Tierra, ¿también es un astro?".*

En este trabajo se presentan los resultados alcanzados en la implementación del módulo de 4º grado: *"¿Cómo elegimos*

los materiales que usamos?" en las 6 escuelas de la provincia de Tucumán, asignadas a uno de los Acompañantes Didácticos.

La Tabla Nº1 muestra las características de las escuelas en cuanto a la distribución de secciones por turno y en cuanto al número de alumnos. En la mayoría de las escuelas los docentes trabajan por áreas, es decir, se desempeñan como docentes de Ciencias (Naturales y Sociales) en todas las secciones correspondientes a 4º grado.

Escuela	Docente	Turno	Sección	Nº de alumnos
Anselmo Rojo	1	Tarde	4º A	27
			4º B	26
Juan. B. Alberdi	2	Mañana	4º A	28
			4º B	29
			4º C	28
Campo de las Carreras	3	Tarde	4º A	29
	4	Tarde	4º B	28
	5	Mañana	4º C	36
			4º D	36
Manuel Lizondo Borda	6	Mañana	4º A	31
			4º B	35
	7	Tarde	4º C	23
			4º D	22
			4º E	22
Escuela de Todos	8	Mañana	4º A	32
			4º B	32
			4º C	31
Martín M. de Güemes	9	Mañana	4º A	33
			4º B	32
	10	Tarde	4º C	29
			4º D	28

Tabla Nº 1: Características de las escuelas participantes

Descripción del módulo

El módulo se denomina *¿Cómo elegimos los materiales que usamos?* (Bulwik, 2009). Está referido a los materiales y sus cambios y apunta a que los chicos de 4º año/grado reconozcan que los materiales que utilizan para satisfacer sus necesidades pueden ser naturales o manufacturados y tienen diferentes propiedades que condicionan sus usos. Se pretende también que perciban que algunos son utilizados directamente y muchos son aprovechados como materia prima para la elaboración de otros productos.

En general, se busca que los alumnos reconozcan las principales propiedades macroscópicas de los materiales proporcionándoles situaciones y actividades experimentales diversas para que puedan interactuar con ellos. Se proponen experimentos escolares que pongan en juego un reducido número de variables, tales como la cantidad de material o la temperatura, para analizar las consecuencias de su variación sobre el sistema que se estudia. Una vez reconocidas algunas de estas propiedades, se busca que los alumnos conozcan cómo relacionarlas con sus usos.

El módulo *¿Cómo elegimos los materiales que usamos?* se implementó durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre abarcando un período de 9 semanas. Antes de la implementación, los docentes realizaron un seminario de capacitación a cargo de los Acompañantes Didácticos, en el cual los maestros desarrollaron todas las actividades contempladas en el módulo.

Todas las secciones de 4º grado de las escuelas participantes recibieron las correspondientes cajas modulares para la enseñanza de las propiedades de los materiales. Las

cajas disponían de elementos suficientes para que los alumnos puedan trabajar grupalmente en las actividades experimentales.

Las actividades teórico-experimentales contempladas en el módulo fueron:

1- Cuestionario Nº 1 (Diagnóstico)

2- Propiedades de los objetos y propiedades de los materiales.

3- Concepto de dureza y su diferencia con rigidez, fragilidad y resistencia a los golpes.

4- Identificación de la variedad de materiales que existen y sus diferentes usos (plásticos, metales, aleaciones, etc.)

5- Cuestionario Nº 2 (Evaluación parcial)

6- Los materiales y la electricidad. Los materiales y el calor Conductores y aisladores.

7- Los metales y el magnetismo

8- Reconocimiento de diversos tipos de plásticos y de códigos de identificación

9- Cuestionario Nº 3 (Evaluación sumativa)

Metodología de Trabajo en el Aula

La secuencia de actividades propuestas se inicia con aquellos aspectos que pueden resultar más cercanos o atractivos para los alumnos. Se plantean problemas, preguntas o desafíos que interpelan a los chicos sobre el funcionamiento del mundo, poniéndolos en la situación de buscar respuestas y elaborar explicaciones.

El trabajo en grupo ofrece a los chicos la oportunidad de hacer explícitas sus ideas para compartirlas con los compañeros y recíprocamente, de enriquecerse con las visiones de los otros obre el mismo fenómeno. El trabajo individual representa así un espacio de reestructuración e integración conceptual necesarios para el aprendizaje. En este espacio el alumno reflexiona y elabora su propia versión de la explicación científica, después de haberla escuchado de sus compañeros o del docente o después de reflexionar sobre alguna lectura.

Quizá uno de los más importantes postulados de Vygotsky (1978) es el que mantiene que todos los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje, razonamiento, etc.) se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan. En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a escala social, y más tarde, a escala individual; primero, entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapsicológica).

La contribución de Lev Vygotsky (1979) ha significado para las posiciones constructivistas que el aprendizaje no sea considerado como una actividad individual, sino más bien social. El alumno aprende de forma más eficaz cuando lo hace en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros. Las discusiones en grupo y el poder de la argumentación en la discrepancia entre alumnos que poseen distintos grados de conocimiento sobre un tema son algunos de los mecanismos de carácter social que estimulan y favorecen el aprendizaje. De esta manera, construir nuevos conocimientos en interacción con otros también requiere del lenguaje e incluye la comunicación entre los protagonistas. Es así que el lenguaje tiene un papel fundamental en el proceso de enseñar y aprender (Vigotsky, 1978)

En consonancia con estas afirmaciones, en cada una de las actividades propuestas, el docente promueve la explicitación

de las ideas o modelos iniciales de los alumnos con el objeto de producir la confrontación con otros puntos de vista.

A modo de ejemplo de las actividades propuestas y de la metodología de trabajo en el aula con el módulo didáctico, se presenta en el Anexo 1, el enunciado de la Actividad Nº 6.

Instrumentos de Evaluación de la Enseñanza

Los Cuadernos de Ciencias

El PAC proporcionó un cuaderno a cada alumno de las escuelas participantes con el propósito de que registren en el mismo todas las actividades desarrolladas.

El cuaderno de clase dedicado a Ciencias Naturales se considera un espacio donde los alumnos registran las distintas etapas en el proceso de desarrollo de las actividades. Estas incluyen desde las primeras exploraciones hasta el trabajo en pequeños grupos, las distintas opiniones que surgen en ellos y las discusiones que aparecen en la puesta en común. Así, el cuaderno de ciencia es un documento donde los alumnos hacen un registro organizado de los contenidos que se abordan y contribuyen al logro de los siguientes objetivos:

- Promover el mayor protagonismo de los alumnos
- Desarrollar habilidades de reflexión y autoevaluación con la ayuda del maestro
- Documentar procesos que generalmente no se incluyen en la evaluación tradicional, como las anticipaciones y exploraciones realizadas

El análisis del cuaderno de ciencias permite ver el recorrido de sus aprendizajes, las idas y vueltas, los aciertos y desaciertos, así como sus dificultades y sus impresiones (Bahamonde, N. et. al. 2007).

Cuestionarios

Se aplican tres cuestionarios en diferentes momentos del desarrollo del módulo didáctico: el primero al iniciar las actividades, otro promediando el desarrollo del módulo y el último, al concluir la enseñanza.

Cuestionario Nº 1 (Anexo 2):

Se trata de un cuestionario diagnóstico individual que se utiliza para conocer o identificar los saberes de los alumnos en relación a los contenidos a desarrollar. Permite establecer metas razonables para los aprendizajes de los alumnos.

Cuestionario Nº 2 (Anexo3):

La actividad es grupal pero cada alumno recibe una copia, escribe en su hoja las respuestas y la entrega. Todas las viñetas se refieren a alguna propiedad de los materiales. El docente orienta las discusiones, detecta dificultades, clarifica las dudas y registra datos sobre el funcionamiento del grupo como equipo de trabajo.

Cuestionario Nº 3 (Anexo 4):

La actividad es individual y el docente orienta en la lectura de las preguntas. Los ítems fueron diseñados para

obtener respuestas relacionadas con el reconocimiento por parte de los chicos de la existencia de diversos materiales y su capacidad para relacionar las propiedades de los materiales con sus usos.

Memorias o Informes de los maestros

Al finalizar la aplicación de cada módulo, los maestros elaboran un informe en el que sintetizan su análisis de los cuadernos de ciencia y de los cuestionarios. Realizan además, una reflexión y autoevaluación de las debilidades y fortalezas de la propuesta didáctica y de los aspectos que se propone mejorar en una nueva instancia de implementación del trabajo. El informe se entrega al AD.

Resultados

Análisis de los cuadernos de ciencia

Cada docente analiza una muestra al azar de los cuadernos de los alumnos. Por ejemplo: si la sección de grado tiene 20 o menos alumnos, recoge los cuadernos de los alumnos: 3, 9, 15 y 19 de la lista, si la sección de grado tiene 30 alumnos o más, recoge el cuaderno de los alumnos: 8, 15, 21, 27.

Para realizar el análisis de los cuadernos se utiliza una guía que contiene criterios relacionados con la organización y presentación del cuaderno, criterios referidos a los aspectos lingüísticos, criterios sobre la evolución en el campo conceptual y

criterios referidos a la actitud del alumno frente a la tarea. Se utiliza como escala: Siempre, Casi Siempre, A Veces, Nunca.

En la Tabla N° 2 se presentan los resultados generales obtenidos del análisis de los cuadernos de ciencia. Esta tabla integra los resultados individuales presentados por cada uno de los 10 docentes de 4º grado que han implementado el módulo en las 6 escuelas a cargo del AD.

	Item	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca	Total
Criterios de organización y presentación	Inclusión de la fecha	41	13	5	5	64
	Inclusión del título	47	16	1		64
	Diferenciación de escritos individuales, grupales, institucionales	23	32	9		64
	Legibilidad	43	16	5		64
Criterios lingüísticos	Coherencia del texto	32	24	4	4	64
	Utilización vocabulario científico	20	26	18		64
	Ortografía (mejoras)	24	30	5	5	64
Criterios de contenidos	Redacción anticipaciones	27	22	10	5	64
	Registro exploraciones	27	28	9		64
	Grado explicitación relatos de actividades	24	26	14		64
	Evolución en la diversidad de registros	23	30	11		64
	Evolución en el uso de diferentes formatos textuales	17	28	17		64
Criterios de actitud frente a la tarea de aprender	Evidencias de iniciativas personales	38	15	11		64
	Evidencias de mejora a partir de las reflexiones	37	18	9		64
	Cuidado del cuaderno	47	14	3		64

Tabla N° 2: Resultados generales del análisis de los cuadernos de ciencia

Análisis de los Cuestionarios

El criterio de análisis para los tres cuestionarios se consensuó en reuniones previas con el AD de acuerdo a los objetivos de cada cuestionario. Los docentes participantes realizaron un cuadro con los resultados obtenidos en sus grupos de trabajo. Los resultados se expresan en una escala ordinal de cuatro categorías: 1(0 a 25%), 2 (25 a 50%), 3 (50 a 75%) y 4 (75 a 100%).

La Tabla N° 3 resume los resultados obtenidos con el total de alumnos participantes. Los valores consignados representan el promedio ponderado de los valores que informan los docentes dado que no todos tienen el mismo número de alumnos.

Cuestionario Nº 1		Cuestionario Nº 2		Cuestionario Nº 3	
¿realizan las anticipaciones o conjeturas?	3	¿realizan justificación de sus respuestas?	3	¿pueden diferenciar dureza, tenacidad y rigidez?	3
¿realizan justificación de sus respuestas?	3	¿diferencian propiedades de los materiales?	3	¿pueden identificar el control de variables?	2
¿utilizan un lenguaje claro en sus justificaciones?	2	¿reconocen los cambios de estado?	3	¿reconocen las características del aluminio?	3
¿tuvieron dificultades en la lectura de las consignas?	4	¿tuvieron dificultades en la lectura de las consignas?	3	¿tuvieron dificultades en la lectura de las consignas	2

Tabla Nº 3: Resultados del Cuestionario Nº2

Análisis de las Memorias de los docentes

La Tabla N° 4 registra los comentarios que son coincidentes en los Informes o Memorias presentados por los 10 docentes participantes.

Fortalezas	Debilidades
- Ofrece la oportunidad de explorar y observar - Aprovecha la curiosidad de los niños - Permite realizar una construcción colectiva y socializar logros - Favorece la competencia de argumentación en los niños - Incorporación de vocabulario específico en relación al módulo estudiado - Cuenta con el asesoramiento permanente de los AD - Permite el trabajo interdisciplinario	- El tiempo estimado para cada actividad del módulo es insuficiente - Demora en la entrega de fotocopias para trabajo en el aula - Falta de material bibliográfico - Actividades institucionales que no permiten cumplir el cronograma del PAC - Dificultades para cumplir con los contenidos de Ciencias Sociales.

Tabla Nº 4: Reflexiones de los docentes

Conclusiones

La tabla Nº 2 refleja que la mayoría de los alumnos alcanzan los objetivos propuestos en el desarrollo del módulo en lo referido al uso del cuaderno de ciencias. Se puede observar también que persisten aún algunas dificultades para explicitar y describir las actividades realizadas, para usar vocabulario científico y para manejar diversos tipos de registros.

Sin embargo, teniendo en cuenta que una tabla similar de resultados del módulo implementado en los tres meses anteriores mostraba una mayor concentración en las categorías Casi Siempre y A Veces, se considera que el trabajo continuado con esta metodología ha logrado una evolución favorable en el desempeño de los alumnos y ha contribuido a una conceptualización aceptable de la temática abordada.

A partir de los resultados consignados en la Tabla Nº 3 se interpreta que, en general, la mayoría de los alumnos alcanzó los objetivos específicos de aprendizaje de la temática propuestos en cada actividad del módulo. Se puede inferir también que tienen dificultades en la lectura de las consignas, los maestros refieren que necesitan ayuda permanente para leer e interpretar las preguntas.

La Tabla Nº 4 muestra que los docentes tienen una alta valoración de la metodología de trabajo propuesta y de las acciones de acompañamiento didáctico. A modo de ejemplo, una docente manifiesta: "*Este grupo de niños mejoró en su expresión oral y escrita. Todas las grandes dificultades en el área de Lengua van superándose y algunas desaparecieron notablemente*".

Comentarios Generales

Cabe destacar también que al finalizar el ciclo lectivo se realizó una evaluación general de la aplicación de todos los módulos en 4º y 5º grado y se realizó una jornada de cierre y devolución con los docentes involucrados.

A un nivel más general, el Programa de Mejora de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, que

involucró los proyectos PAC y CTC (Sangari-Argentina), ha sido evaluado por el IIPE-Unesco a través de un diseño que incluye grupos de tratamiento y de control. Dicha evaluación destaca el "*nivel de mejora neta en el aprendizaje de los alumnos de las escuelas en las que actuó el PAC, una adecuada relación entre los costos de la intervención y los niveles de mejora alcanzados, y una opinión favorable de los docentes de las acciones de formación y acompañamiento*" (Plan Nacional de Enseñanza de las Ciencias).

En función de esta evaluación el MEC diseñó en el año 2011 el Plan de Enseñanza de las Ciencias, que retoma, con características propias respecto a sus componentes y formatos de intervención, algunas de las características del programa PAC que mostraron su efectividad y viabilidad económica, así como las de otros programas e iniciativas implementadas por el Ministerio de Educación de la Nación para la mejora de la enseñanza en el área. La nueva propuesta se ha extendido en los dos últimos años a un gran número de escuelas, como parte de la política de universalización de aquellas líneas de trabajo que han resultado fructíferas para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza.

Bibliografía

Bahamonde, N. et. al. (2007). *Cuadernos para el aula, ciencias naturales 4.* Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

Bulwik, M. (2007). *¿Cómo elegimos los materiales que usamos?* Módulo didáctico. Area curricular de Ciencias Naturales. Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente. Ministerio de Educación de Argentina.

Plan Nacional de Enseñanza de las Ciencias Naturales (2011). Disponible en: *portales.educacion.gov.ar/*

Quérés, Y., Charpak G., Léna P. (2006). *Los niños y la ciencia. La aventura de "la mano en la masa"*. Ediciones Siglo XXI. Colección Ciencia que ladra.

Vigotsky, L. (1978) *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires, La Pléyade.

Vigotsky, L. (1979). *El desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Barcelona, Critica.

Anexos

Anexo 1: Actividad 6 del módulo "*¿Cómo elegimos los materiales que usamos*?"

Duración: dos horas de clase

Objetivos:

- Reconocer propiedades de diferentes materiales
- Elaborar y corroborar anticipaciones sobre la conductividad (de la electricidad y del calor) de diferentes materiales
- Identificar materiales metálicos

Recursos materiales:

1 clavo de acero- 1 palito de helado de madera – 1 cucharita de metal – 1 cuchillo o cucharita de plástico – 1 llave (superficie pulida, sin suciedad) – 1 trozo de paepl de lija – 1 batería con cubierta conectora – 1 lamparita de linterna en su portalámpara – 3 trozos de cable para conexión, con pinzas cocodrilo en sus puntas – 1 varilla de metal – 1 varilla de plástico o vidrio – papel picado – cubitos de hielo – 1 vaso térmico (telgopor) – 4 vasos plásticos – agua caliente – cucharita de metal – cucharita de plástico – trapo rejilla de algodón – trozo de papel de alumino – trozo de film plástico – trozo de papel de diario.

Desarrollo

1- Dibujamos el cuadro que sigue en el pizarrón para que los chicos lo copien y vayan completando a medida que van realizando los ensayos y observaciones.

Objeto	¿brilla?	¿conduce la electricidad?	¿conduce rápidamente el calor?	El material que forma al objeto ¿es métálico?
Clavo de acero				
Palito de madera				
Cucharita de metal				
Cucharita de plástico				
Llave de bronce				

2 - Observen el brillo de cada uno de los materiales, completen la 2º columna de la tabla y anoten el resultado de las observaciones en el cuaderno de ciencias

3- Se arma un circuito simple con los elementos de la caja modular, orientando la atención de los chicos hacia los contactos que se realizan entre los cables, las pilas y el portalamparita con la lamparita puesta. Se les hace notar que: cuando el circuito está cerrado se ha construido un camino cerrado para la electricidad y se enciende la lamparita, cuando el circuito está abierto, la lamparita no se enciende.

4- Se les pregunta ahora: ¿Qué les parece que puede ocurrir si intercalamos, de a uno, los diferentes objetos entre los extremos libres de ambos cables? Anoten sus predicciones y resultados de los ensayos en el siguiente cuadro

Objeto	¿Encenderá la lamparita? Anticipación	¿Enciende la lamparita? Corroboración
Clavo de acero		
Palito de madera		
Cucharita de metal		
Cucharita de plástico		
Llave de bronce		

5- Una vez que los grupos completan los ensayos y completan el cuadro anterior se realiza una puesta en común durante la cual se va completando la tercera columna del cuadro del pizarrón. Esta puesta en común representa un espacio para la socialización de procedimientos y resultados, para la comunicación oral y para la explicitación de nuevos conocimientos.

Anexo 2

Cuestionario Nº 2

Objetivos: Realizar una evaluación diagnóstica para identificar ideas, conceptos, e interpretaciones que los alumnos tienen sobre los materiales, sus propiedades y sus usos.

1.- Para tomar bebidas usamos vasos ¿con qué materiales se pueden fabricar? En la siguiente lista marcá con una X la o las respuestas que te parecen correctas.

Para fabricar un vaso que sirva para contener agua, se podría usar:			
	Cartón		Tela de algodón
	Cerámica		Plástico
	Vidrio		Aluminio

2.- ¿Por qué las ventanas son de vidrio y no de azulejos o cerámicas?

3.- ¿Por qué no se hacen las ventanas con papel celofán o polietileno?

4.- El papá de Julia quiere hacer una silla. Mencioná por lo menos tres materiales que podría usar para fabricarla.

5.- Si tenés un objeto, ¿qué le harías para saber si está hecho con un material duro o blando?

6.- Si tenés dos objetos y te dicen que uno de ellos no contiene hierro y el otro sí, ¡Cómo harías para averiguar cuál es cuál? ¿Qué propiedad estarías investigando?

7.- De todas las acciones que se enumeran a continuación, ¡cuál te puede servir para saber si un material es frágil? Marcá con una letra equis (X) la o las respuestas que te parecen correctas

Para saber si un material es frágil, podemos:			
	Calentar		Golpear
	Mover		Rayar
	Mojar		Deformar

Anexo 3

Cuestionario Nº 2: *Dime de qué estás hecho y te diré para qué sirves* (Evaluación formativa procesual)

Objetivos:

- Evaluar la capacidad de los niños para explicar la relación que existe entre el uso de un material y sus propiedades
- Evaluar la capacidad de los niños para indicar factores que intervienen en la elección de un material para un uso determinado

Se entrega a cada alumno una viñeta que representa un accidente (bolsa que se rompe, recipiente que se funde cuando se agrega un líquido caliente, jarrón que se quiebra al caerse, etc.)

1.- a) ¿Cuáles son las posibles causas que han provocado el accidente?

b) ¿De qué podría estar hecho el objeto y qué es lo que el/la protagonista desconocía o no tuvo en cuenta?

c) ¿Cómo se podría haber evitado el accidente?

2.- ¿Les resultó difícil ponerse de acuerdo para contestar las preguntas? ¿Por qué?

3.- ¿Cuál pregunta te resultó más fácil?

Anexo 4

Cuestionario Nº 3

Objetivos: Realizar una evaluación sumativa para identificar resultados de los aprendizajes realizados por los alumnos en torno a los materiales, sus propiedades y sus usos.

1.- Juan quiere saber si un material es duro, para eso propone tratar de doblarlo. Dice que si se deforma es blando. ¿Estás de acuerdo? ¿Por qué?

2.- Marta y Alicia discutían acerca de las características del material con el que estaba hecho un florero. Marta dice que está hecho de un plástico muy duro, porque cuando se cayó al suelo no se rompió. Alicia le contesta que eso no tiene nada que ver. ¿Con cuál de las dos estás de acuerdo? ¿Por qué?

3.- Para saber si un objeto es de metal Gloria propone hacer los siguientes ensayos:

a) comprobar si conduce la electricidad

b) Comprobar si es atraído por un imán

Dice que si está hecho con un material metálico los dos ensayos tienen que ser positivos ¿estás de acuerdo? ¿Por qué?

4.- Matías quería comprobar si todos los metales son igualmente conductores del calor. Propone poner agua muy caliente en una taza. Luego introducir un hilo de cobre y un cuchillo de acero. Al cabo de un minuto tocar el extremo no sumergido de cada uno. Según Matías, el que se sienta más caliente es mejor conductor del calor.

Juan, su compañero de banco, hace otra propuesta. En una taza poner agua con hielo, introducir una cucharita de cobre y una de acero, del

mismo tamaño, esperar 1 minuto y tocar el extremo no sumergido de cada una. Dice que si no se enfriaron igual, el que se enfrió más, sería el mejor conductor del calor. ¿Cómo lo harías vos? ¿Por qué?

5.- Escribí todas las razones que se te ocurran para explicar por qué se usa el aluminio para fabricar cacerolas y pavas.

Enseñar a Investigar en la Formación Inicial del Profesorado en Física: Una Mirada desde la Práctica

Lecumberry, Graciela; Orlando, Silvia

Departamento de Física. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y y Naturales,
Universidad Nacional de Río Cuarto.
glecumberry@exa.unrc.edu.ar, sorlando@exa.unrc.edu.ar

Resumen

En el trabajo se analiza la inclusión de la Investigación Educativa en la formación inicial del profesorado en Física y los retos que implica para su enseñanza. Se describe los fundamentos, principios y estrategias de una propuesta constructivista para formar a los futuros profesores para la investigación, detallando el qué y cómo enseñar estas temáticas no convencionales en el profesorado. Además de exponer el tipo de producciones que generan los estudiantes y las limitaciones que manifiestan al intentar pensar e involucrarse en los procesos de Investigación Educativa en su formación inicial.

Palabras Clave: Enseñanza; Investigación educativa; Formación inicial; Profesorado en Física.

Introducción

La formación de los profesores en Ciencias se ha constituido desde hace tiempo en tema central y permanente de las agendas de las Didácticas Específicas, de las Políticas Educativas y de las instituciones formadoras de docentes. La producción de conocimiento de estas áreas influenció en el modo de concebir la formación de los profesores como un proceso continuo, complejo e integrado con la Investigación Educativa. Potenciando que el docente además de ser consumidor de la Investigación Didáctica debe involucrarse en ella, por lo que ésta debe incluirse en la formación inicial y permanente del profesorado (Furió Más, 1994; Cudmani, 1997; Moreira, 2003).

A partir del 2001, el diseño curricular del Profesorado en Física, en la Universidad Nacional de Río Cuarto, incluyó tres espacios curriculares sobre la Investigación Educativa. De modo que estos saberes aproximen al futuro profesor a comprender el vasto campo que es la Investigación Educativa en Ciencias como aporte a la formación docente y recurso para su accionar profesional.

Con la implementación del cuarto año de la carrera, en el 2005, se empezó a dictar *Proyecto I,* una de estas tres materias. Iniciando de este modo el análisis sobre ¿Cómo enseñar a investigar sobre Educación a los futuros profesores?, ¿Existe una pedagogía de la Investigación Educativa?. En este trabajo se describen los fundamentos, estrategias y modalidades que se construyeron a lo largo de los ocho años de desarrollo de una propuesta constructivista para formar a los estudiantes para

la investigación. En el mismo se detallan el qué y cómo enseñar estas temáticas no convencionales en el profesorado. Además de exponer el tipo de producciones que generan los estudiantes y las limitaciones que manifiestan al intentar pensar e involucrarse en los procesos de Investigación Educativa en su formación inicial.

Marco Referencial

La evolución y el progreso de las Ciencias, los cambios socio-culturales, el cuestionamiento continuo sobre las instituciones educativas y el desarrollo de los individuos, como también las demandas para transformar la Educación han formulado un gran desafío a los docentes y a las instituciones que los forman. Según Andreone, Martín y Bosio (2001), al docente se le plantea la necesidad de reflexionar e interrogar sus prácticas y compartir ese debate con sus pares; exigiéndole capacidad de indagación, de producción de nuevos conocimientos, de intervención creativa, así como posibilidades de analizar las condiciones históricas y teóricas de los procesos educativos.

En el caso de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Química y Naturales, a través de la Comisión Curricular Permanente se adecuó la formación docente en la carrera del profesorado en Física atendiendo a estos planteos y reconociendo que esta formación, debía:

- Asumir un enfoque integrador entre los conocimientos científicos y los psicopedagógicos-didácticos-sociales (Furió Más, 1994; Gil Perez, 1991). Donde la didáctica de las ciencias, la investigación educativa y la práctica

docente sean puentes entre los conocimientos disciplinares y los humanísticos.

- Reconocer las diferentes dimensiones de la formación humanística. Es decir, además de las dimensiones didácticas y psicológicas debe incorporar las dimensiones filosóficas y socio-políticas de la Educación en Ciencias (Pozo, Scheuer, Puy De Pérez y Mateos, 1999).
- Promover el cambio didáctico (Gil Perez, 1991) a través de la generación de propuestas innovadoras que generen rupturas con las prácticas instituidas.
- Originar espacios que permitan al estudiante analizar la realidad de su futuro quehacer y realizar acciones para su transformación, en donde la investigación sea el punto de partida para construir y analizar teóricamente el contexto real y cotidiano de las prácticas educativas.

Al incorporar nuevos espacios curriculares en el plan de estudio de la carrera de Profesorado en Física sobre investigación educativa, como es el caso de la materia *Proyecto I*, las primeras preguntas que surgieron fueron: ¿Qué implica formar a un profesor sobre Investigación Educativa?, ¿Cómo se aprende a investigar?, ¿Qué enseñar sobre investigación educativa a los futuros profesores en su formación inicial?, ¿Qué actividades deben incluirse?, ¿Qué conocimientos necesitan los estudiantes del profesorado para comprender sobre Investigación Educativa?.

Preparar a los estudiantes del profesorado en Física en Investigación Educativa en Ciencias, busca formarlos para la investigación y no como investigadores. Como señala Bolio Domínguez (2010), no es lo mismo formar para la investigación que la formación de investigadores. Esta última requiere del desarrollo de competencias para aquellas personas que se

dedicarán a la investigación como profesión y por lo general se forman, principalmente, en programas de posgrado. La formación para la investigación, en cambio, le permite desarrollar habilidades para apropiarse del saber y construir estructuras de pensamiento que lo habiliten para un mejor desempeño en su vida cotidiana y profesional.

En este sentido, Moreira (2003) plantea que la formación del profesor de ciencias sobre investigación en educación en ciencias instruya un "profesor–investigador", un "profesor–consumidor" y un "profesor–usuario" de los "productos de la investigación". Es decir, un docente que por lo menos tenga la costumbre de leer críticamente artículos sobre educación en ciencias escritos a partir de los resultados de investigaciones, que pueda discriminar entre lo que viene de la investigación y lo que es especulativo e intuitivo, además de participar en la Investigación en Educación en Ciencias.

Estos planteos conducen a concebir la enseñanza de la investigación científica centrada en el desarrollo de habilidades y competencias que caracterizan la práctica de la investigación educativa, lo que algunos autores (Rizo García, 2012; Bolio Domínguez, 2010; Morales, Rincón y Romero, 2005) denominan enseñar a investigar investigando. Pero hay que tener en cuenta que las aptitudes que hacen posibles las prácticas de investigación no son naturales, sino que son aprendidas e incorporadas a los largo del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes (Rizo García, 2012). Estas aptitudes acerca de la investigación científica son distintas a los modos que utilizan las personas para indagar cotidianamente sobre el mundo, ya que hay un modo de hacer las cosas, de plantearse las preguntas y de formular las respuestas que es característico de la Ciencia, que permite al investigador desarrollar su trabajo con orden y racionalidad.

En términos generales, la investigación se concibe como la representación concreta de la actividad científica. Mientras que a la Investigación Educativa se la considera como una acción compleja con multiplicidad de objetivos y propósitos, con singularidad en los fenómenos que estudia y la pluralidad de los métodos que emplea. Porque investigar fenómenos educativos implica trabajar con un objeto de estudio social que como producto humano no es medible ni mensurable (Vitale, 2009; Elgueta Rosa, Gajardo y Sepúlveda, 2002).

Por todo lo expuesto, la enseñanza de la Investigación Educativa en Ciencias es un proceso dinámico y particular, en constante desarrollo, centrado en el saber hacer. Donde la investigación educativa no debe ni puede ser transmitida como un objeto, de ahí que la forma más propicia para su enseñanza sea desde la práctica de la investigación.

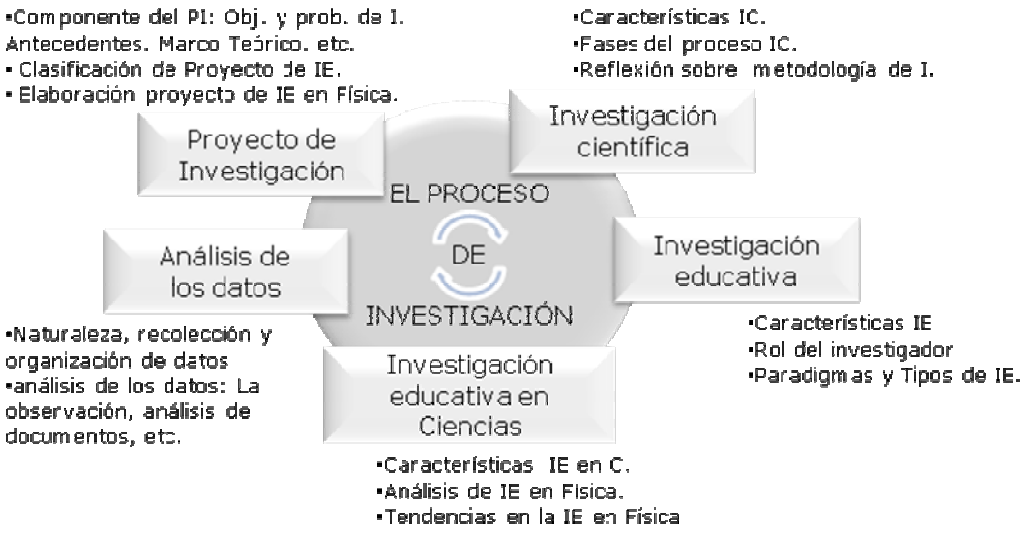
Lineamientos Pedagógicos para Enseñar Investigación Educativa en Física

El diseño de Proyecto I se planteó desde una concepción constructivista sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Investigación Educativa en Ciencias, donde cobra importancia la situación de interacción que se establece entre este saber teórico-práctico, los estudiantes y los docentes. Este vínculo se intensifica porque los docentes se encuentran ante un grupo de estudiantes a los que deben transmitir prácticas y habilidades para, consumir, analizar y producir investigaciones científicas. Donde "el rol del docente debe ser diferente al que dicta materias teóricas, en este caso no se trata de exponer y explicar un contenido predeterminado para que los estudiantes lo comprendan y asimilen, sino de iniciar una reflexión que sólo

cobra sentido cuando se ejerce sobre la misma actividad a la que se está refiriendo, es decir, sobre la investigación (Sabino, 1996, p.152)". En este caso el alumno es el protagonista y principal responsable de aprender a partir de la reflexión en la acción y del trabajo grupal en los procesos de construcción y reconstrucción de significados.

Como alternativa de formar a estudiantes del profesorado en Física para la investigación se basan las prácticas de intervención en la reflexión en la acción (Schön, 1992; Perrenoud, 2007), en la colaboración y en la problematización del saber a aprender. Siendo necesario promover un ámbito donde se facilite la reflexión y el análisis crítico sobre los procesos educativos desde la Investigación Educativa en Física. Análisis que se realizan a la luz de las conceptualizaciones teóricas ya trabajadas (a lo largo de la formación del estudiante) y las incluidas en el desarrollo de la materia Proyecto I. En este sentido, se consideran a los conocimientos académicos como herramientas conceptuales que pueden enriquecer las interpretaciones de las situaciones analizadas y las decisiones de intervención que se realicen. Fortaleciendo la integración de conocimiento a partir de relaciones significativas y sustanciales entre saberes físicos y los del campo de la educación.

La propuesta educativa de Proyecto I procura contribuir al conocimiento de los fundamentos epistemológicos de la Investigación Educativa, a la apropiación de los marcos metodológicos de la Investigación en Educación en Ciencias, al reconocimiento de lo que actualmente se investiga en Educación en Física y el carácter holístico de la misma. En el esquema 1 se sintetizan las temáticas que se desarrollan en la materia.



Esquema 1: Temáticas desarrolladas en Proyecto I[11]

Esta asignatura se estructura en torno a dos acciones centrales para los estudiantes, el análisis crítico de diferentes investigaciones y el diseño de un proyecto de investigación educativa en Física. Pretendiendo de este modo acercarlos al:

I) Abordaje del proceso de investigación, sus fases y sus métodos.

II) Reconocimiento del docente como investigador que reflexiona sobre las investigaciones y su rol.

III) Conocimiento de la investigación educativa y los distintos tipos de metodologías, profundizando sobre aquellas que se usarán en la elaboración del propio proyecto de investigación.

IV) Desarrollo y diseño de un proyecto de investigación, destacando además otros aspectos, de igual

[11] Referencia: IC (Investigación Científica), IE (Investigación Educativa), C (Ciencia), PI (Proyecto de Investigación), I (investigación).

importancia, como es la escritura del ante-proyecto y el proyecto de investigación educativa sobre una temática de Física.

V) El trabajo colaborativo entre pares y con tutores.

La propuesta

La metodología diseñada para enseñar sobre Investigación Educativa en Ciencias potenció el proceso de reflexión en la acción a partir de diversas actividades que se trabajaron, complementariamente, de modo individual y colectivo, como propone Carbonell (2000) en la formación permanente de los docentes y se considera en este caso para la formación inicial. La manera individual, sobre la adquisición de contenidos teórico-metodológicos de la investigación; y el modo colectivo, con el intercambio de ideas y experiencias a través de un quehacer cooperativo que promueva un trabajo entre pares, reflexivo, participativo, dialógico y autónomo.

A la luz de lo expresado, la propuesta pedagógica para Proyecto I consiste en:

1°) Analizar e identificar las características de la investigación científica y particularmente de la Investigación Educativa.

A partir del análisis de frases[12] y de viñetas de humor referidas a la investigación[13] se problematiza los supuestos personales de los estudiantes sobre el proceso de investigación y se solicita explicitar para luego confrontar con los

[12] Como por ejemplo: "Todos los seres humanos hacemos investigación frecuentemente" o "La investigación es «algo» propio de las Ciencias".

[13] Viñetas extraída de los libros de Tonucci (1985) *Niño se nace y* Tonucci (1990) *Con ojos de niños.*

posicionamientos reflejados en los materiales bibliográficos. De modo que el estudiante conozca los fundamentos epistemológicos de la Investigación Educativa y la apropiación de los marcos metodológicos de la Investigación en Educación de las Ciencias.

Estas actividades potencian que el estudiante construya las representaciones socialmente compartidas sobre el proceso de investigación en las distintas comunidades científicas: los momentos, fases o etapas de una investigación, la estructura, partes o elementos constitutivos del proyecto.

2°) Leer publicaciones de investigaciones educativas en Física.

Teniendo en cuenta que el proceso de investigación, independientemente del paradigma que lo sustente y el diseño que lo oriente, es un proceso de documentación permanente, lectura, revisión y análisis de documentos escritos, entre los cuales se encuentran investigaciones realizadas previamente.

Una de las estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la investigación es la lectura analítica de investigaciones educativas sobre Física, centrando el análisis sobre las perspectivas conceptual-epistemológica y metodológica del estudio, caracterizando desde el punto de vista conceptual, los principios, conceptos y las teorías en que se fundamenta el estudio, y desde el punto de vista metodológico, analizando el tipo de diseño utilizado en función del problema planteado, las estrategias de recolección de datos usadas y las técnicas de análisis de los datos empleadas.

Se sugiere para éste tipo de análisis, utilizar el diagrama V de Gowin como herramienta heurística (Gowin y Novak, 1988; Moreira, 2003; Orlando, 2009) el cual permite

organizar la investigación en un esquema que incluye el dominio conceptual (la filosofía, epistemología, teorías, conceptos usados) sobre el lateral izquierdo de la V, y sobre el derecho se describe la base metodológica (datos, muestra, instrumentos utilizados, resultados, afirmaciones de valor) mientras que en el centro de la V se sintetizan las preguntas de investigación y en el vértice, de la V, el objeto de la investigación o evento.

También, la lectura de este tipo de textos pueden servir como modelo para orientar el cómo plantear este tipo de investigación, más específicamente como se enuncia el problema, como se delimita el objeto de estudio, como se plantean los objetivos y las preguntas de investigación, entre otras múltiples posibilidades.

3°) Diferenciar entre investigación educativa y propuesta didáctica.

Estas actividades de aprendizaje guardan estrecha relación con la anterior ya que se les propone a los estudiantes que, además de la lectura de investigaciones, analicen las publicaciones de propuestas didácticas sobre alguna temática de Física, con el objetivo de reconocer las diferencias entre ambos procesos: la investigación en educación en ciencias como generadora de nuevos conocimientos y el desarrollo de nuevas propuestas educativas que no necesariamente contribuyen al avance del conocimiento en Educación en Ciencias (Moreira, 2003).

4°) Analizar y comparar índice de congresos centrados en exponer investigaciones sobre problemáticas educativas en Física.

En general la investigación educativa en Ciencias ha producido mucho conocimiento sobre esta área, aunque hay temas de estudio sobre las cuales se tienen muchos resultados y otras sobre los que queda mucho por investigar.

Una de las estrategias para que los estudiantes analicen las líneas de investigación sobre las cuales se están trabajando en un tiempo determinado, consiste en relevar los estudios de investigación presentados en congresos (por ejemplo, el Simposio de Investigación en Educación en Física –SIEF-) para determinar la tendencia existente, a partir de analizar diferentes categorías como por ejemplo: los ejes o temáticas que los agrupan, la cantidad de trabajos presentado en cada eje, la totalidad de trabajos publicados, entre otros aspectos.

5°) Analizar diferentes procedimientos para la construcción del dato (científico) en la Investigación Educativa.

En el proceso de investigación la dimensión metodológica es de suma importancia. Se vincula a las decisiones que el investigador tomará para pasar del interrogante conceptual sobre el fenómeno que analiza al abordaje empírico del mismo, tal como se presenta en la realidad. El investigador tiene que definir cuáles serán sus unidades de análisis u observación y cuáles serán sus criterios y procedimientos para acceder a ellas. Además de decidir sobre el cómo construir los datos y cómo analizarlos.

Se selecciona como estrategia para enseñar a los estudiantes este conocimiento técnico del proceso de investigación, el trabajar con ejercicios de prácticas de campo de investigaciones educativas. La guía[14] se estructura en diferentes tareas que consisten en situar a los estudiantes frente a diversas Investigaciones Educativas (que abordan problemáticas del proceso de enseñanza y aprendizaje de Física) que se diferencian por los modos de construcción y análisis de los datos, por ej: la observación como técnica de investigación científica, el análisis de videos, análisis de clase, análisis de documentos escritos. Más específicamente, las actividades ubican a los estudiantes en diferentes roles, desde ayudante de investigador a investigador profesional, demandándoles el análisis de muestras de datos (registrados en diferentes medios), con el propósito de que los estudiantes formen criterios sobre los datos en el proyecto de investigación, que se cuestionen cómo se construyen los datos de la investigación a partir del registro de observaciones o del análisis de documentos, qué implica analizar esos datos.

6°) Diseñar un proyecto de investigación educativa en Física.

Como se mencionó, otra de las estrategias utilizadas para formar al futuro profesor en Física para la investigación es implicarlo en el diseño de un proyecto de Investigación Educativa y la escritura del mismo. Durante el curso de Proyecto I, los estudiantes desarrollan fundamentalmente cuatro puntos: Planteamiento de la investigación (¿Qué quiero investigar?), antecedentes o estado del arte (¿Qué han dicho otros acerca de mi objeto de estudio?), referentes teórico-conceptual (¿Desde

[14] Titulada *"Los datos en el proceso de investigación: La forma de los datos y el proceso de análisis".*

dónde voy a ver mi objeto de estudio?) y diseño metodológico (¿Cuál va a ser mi camino para investigarlo?)[15]. El tema y los objetos de estudio de la investigación son elegidos por los estudiantes a partir de sus propios intereses. El único requisito es que se trate, obviamente, de un tema ubicado en el campo de la educación en Física (eje del profesorado que cursan).

En esta instancia el estudiante debe realizar una labor de carácter individual con muchas instancias de tomas de decisiones ¿Qué investigo?, ¿Cómo lo investigo?, etc., para lo cual se trabaja con la modalidad de acompañamiento y asesoría: la primera consiste en la revisión entre pares[16] (entre estudiantes) donde todos los estudiantes conocen los proyectos de sus compañeros y opinan sobre ellos. La segunda sirve para que el tutor de la investigación (el docente) semana tras semana, revise los avances del trabajo de los estudiantes a través de instancias presenciales o/y a distancia -on line-. Ambas modalidades se complementan para facilitar y acompañar la elaboración del proyecto de investigación en forma paulatina, atendiendo permanentemente a las necesidades y dificultades emergentes al generar dicho plan de trabajo.

Además, con esta modalidad se potencia que el conocimiento no lo construyen individuos solos, sino que más bien se trata de una construcción colectiva, interactiva, dialógica y participativa, ya que no existen investigadores aislados.

[15] Mientras que la realización de la investigación, los estudiantes la concretan durante el cursado de otra materia denominada Proyecto II.

[16] La propuesta metodológica para la revisión de pares ha sido adaptada de: Carlino, P. (2005). Revisión entre pares de trabajos escritos. Manuscrito, Taller de Seguimiento de Tesis I (Maestría en Educación y Universidad), Facultad de Ciencias Humanas (UNRC), Río Cuarto, Córdoba.

Aprender sobre Investigación Educativa: Entre limitaciones y producciones

El desarrollo de la propuesta no es tan fácil como parece al describirla. La experiencia de enseñar sobre investigación educativa en el aula permitió identificar problemas de aprendizajes, debidos fundamentalmente a las carencias de actitudes y práctica para la investigación científica en los estudiantes, la concepción que tienen sobre la naturaleza del conocimiento que produce la investigación educativa, el limitado conocimiento sobre el campo de acción de su práctica profesional. Muchos de estos problemas se expresan a través de las inquietudes de los estudiantes a la hora de conceptualizar la investigación educativa, de indagar sobre ella con frases como:"*¿Dónde buscó trabajos de investigadores?", "¿Dónde se publican Investigaciones Educativas*?"; de plantear preguntas o temas para investigar, con expresiones como: "*no sé qué me interesa*", "*me interesan muchas cosas pero no sé cuál es más importante"*, "*no encuentro preguntas"*. También, se manifiestan a partir de falencias para:

- ✓ Articular el conocimiento físico con los referidos al proceso de aprendizajes de la Física en la Investigación Educativa.
- ✓ Reflexionar sobre los procesos educativos sobre Física desde la investigación educativa. Es decir, mirar la enseñanza y el aprendizaje desde el rol de estudiante, limitando el análisis pedagógico-didáctico.
- ✓ Identificar y delimitar problemáticas educativas para abordarla desde un proyecto de investigación.
- ✓ Diferenciar la generación de un pre-proyecto (o proyecto) de Investigación Educativa de una propuesta pedagógica didáctica sobre una temática específica.

La flexibilidad que caracteriza a la propuesta permitió que estas limitaciones se conviertan en puntos de reflexión (y no en obstáculos) potenciando los vínculos entre los estudiantes, los saberes y los docentes. Permitiendo que cada estudiante concrete el diseño de un proyecto de Investigación Educativo sobre Física. A continuación se detallan algunos de los títulos de los proyectos y el año de elaboración:

"Cómo y qué nociones sobre estructura atómica y modelos atómicos presentan los libros de texto de Física del nivel medio"(2013), "Demandas cognitivas en los exámenes escritos sobre las leyes de Newton"(2012), "La Noción Sobre Cambio Climático en los Libros de Texto de Física Correspondientes al Nivel Medio"(2012), "El texto como material de enseñanza: Un análisis en textos escritos de 4° año y en establecimientos Educativos Públicos de la ciudad de Río Cuarto"(2011), "La Construcción de Aprendizaje Significativo sobre las ideas previas en estructura atómica"(2011), "Consistencia Científica en las representaciones mentales de los alumnos de Física del nivel medio"(2011), "¿Qué se está enseñando actualmente de Física moderna y contemporánea en la escuela secundaria?: una experiencia en escuelas de Río Cuarto"(2010), "Un estudio sobre ideas previas vigentes en alumnos del nivel medio sobre Estructura de la Materia", "La historia de la Ciencia, ¿Tiene Historia en los Libros de Textos?"(2009), "Acciones de Promoción, Difusión y Divulgación de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Media y Superior", "Concepciones de los docentes de Ciencias Naturales sobre la disciplina que enseñan"(2007).

Como se observan los temas abordados en los diferentes proyectos de investigación son diversos y refieren a distintas líneas de desarrollo del campo de la Educación en Física. Los primeros trabajos se centraron en analizar aspectos generales del área de Educación en Ciencias, manifestándose en

los últimos proyectos el interés por abordar problemáticas educativas específicas de Física.

Reflexiones Finales: Enseñar y aprender a investigar en la formación inicial del profesorado:

La materia Proyecto I se la concibe desde su origen como innovadora al decir de Lucarelli (2009), en el sentido de romper con las tradiciones en la formación de profesores en Física al incluir en su currícula la investigación educativa, y al enseñar sobre investigación a partir de estudiar la metodología de la investigación. Asumiendo que la formación sobre Investigación Educativa en el Profesorado en Física debe orientarse para la investigación, para que los estudiantes desarrollen habilidades para apropiarse del saber y construir estructuras de pensamiento que los habiliten para un mejor desempeño profesional, a través de comprender, analizar e interpretar producciones de diferentes estudios sobre la Educación en Ciencias, y en Física en particular.

La articulación de teoría y práctica; la recuperación de las experiencias de los estudiantes; el desarrollo de acciones donde el estudiante tome decisiones y el trabajo en equipo se constituyen en elementos fundamentales para afrontar las dificultades manifestadas por los estudiantes; además de poder entender que no existen investigadores aislados, que el conocimiento no lo construyen individuos solos, sino que más bien se trata de una construcción colectiva, interactiva, dialógica y participativa.

El aprender sobre investigación implica la inmersión de los estudiantes en la trama de preguntas sobre el conocer, así como en los modos en que se opera con las ideas, supuestos y

preguntas sobre cómo conocemos lo que conocemos. De ahí que los estudiantes manifiestan que Proyecto I es una materia donde han potenciado sus habilidades para cuestionarse, para reflexionar, para tomar decisiones, para producir y para integrar conocimiento disciplinar con el socio-psico-pedagógico-didáctico. Se transcriben algunas de las manifestaciones a modo de ejemplos: "*Logré armar un proyecto que me gusta"*, "*Tuve que leer mucho para decidir*", "*Identifiqué que la investigación educativa es tangible", "Esta materia logró que lo abstracto de educación se pueda aplicar".*

Este trabajo pretende ser una reflexión sobre por qué y cómo se enseña a investigar a los estudiantes del profesorado en su formación inicial en una institución particular, y no una exposición sobre lo que se entiende por investigación. Es decir, pensar a la Investigación Educativa desde la enseñanza a partir de un análisis curricular articulado con el pedagógico.

Bibliografía

Andreone, A.; Martín, M.; Bosio, T. (2001). *La investigación en el aula. Un camino hacia la profesionalización docente*. Córdoba, Argentina: Comunicarte.

Bolio Domínguez, V. (2010). *Concepciones acerca de enseñar a investigar a nivel Licenciatura: estudio de casos,* Tesis de maestría, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), México.

Carbonell, J. (2000). *La aventura de innovar. El cambio en la escuela,* Madrid:Morata.

Cudmani, L. (1997). La incorporación de la investigación educativa en física a las instituciones formadoras de profesores. Grupo de trabajo N° 3. Educación en la Física: Mirando hacia el futuro. *Memoria VI Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física,* Córdoba, pp.351-352.

Elgueta Rosas, M.; Gajardo, M.; Sepúlveda, C. (2002). *Manual de Investigación Educativa. El Arte de Preguntar: Coherencia y reflexión.* Serie Material de Apoyo a la Docencia, Nº 20, Chile: Ediciones Universidad Cardenal Raúl Silva Henríquez. Disponible en *https://docs.google.com/document/d/.../preview*

Furió Mas, C.J. (1994). Tendencias actuales en la Formación del Profesorado en Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp.188-199.

Gil Perez, D. (1991). Que han de saber y saber hacer los profesores de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), pp.69-77.

Gowin, B.; Novak, J. (1988). *Aprendiendo a Aprender*, España:Editorial Martínez Roca.

Lucarelli, E (2009*). Teoría y práctica en la universidad: La innovación en las aulas.* Buenos Aires: Niño y Dávila.

Morales, O. A, Rincón, A. G. y Romero, J. T. (2005). Cómo enseñar a investigar en la Universidad. *Revista Venezolana de Educación*. (Educere). 9 (29), 217-224. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/19967/2/articulo9.pdf

Moreira, M. (2003). Investigación Básica en Educación en Ciencias: Una visión Personal, *Memorias del I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*, La Serena. Chile.

Orlando, S. (2009). *Educación en Física: ¿Dónde estamos? Una mirada a la producción Nacional.* Tesis de maestría no publicada. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Perrenoud, P. (2007) "*Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*", España:Graó.

Pozo, J. I.; Scheuer, N.; Puy De Pérez, M.; Mateos, M. (1999). *El cambio de las concepciones de los profesores sobe el aprendizaje*. España: Educación Científica.

Rizo García, M. (2012). *Enseñar a investigar investigando. Experiencias de investigación en comunicación con estudiantes de la Licenciatura en Comunicación y Cultura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, pp 20-39.* Disponible en http://departamento.pucp.edu.pe/comunicaciones/images/documentos/cap01-mrizo.pdf

Sabino, C. (1996). *El proceso de investigación,* Argentina:Editorial Lumen-Hvmanitas.

Schön, D. (1992) *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*, Barcelona:Paidós.

Vitale, C. (2009). "La investigación Educativa", Monografía. Disponible en http://www.fhumyar.unr.edu.ar/escuelas/3/.../adscripcion.htm

Estrategias para la Enseñanza de la Física en Ingeniería. Modelado y Resolución de Problemas

Echazarreta, D. R.; Haudemand, N. Y.; Álvarez, Jorge; Gianera, Jorge

Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional,
Ingeniero Pereira 676. Tel 03442-423803
echazad@frcu.utn.edu.ar; haudemann@frcu.utn.edu.ar

Resumen

El objetivo general de este trabajo es indagar acerca del papel de la modelación y las experiencias de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de Física, analizando qué aprenden los estudiantes en los laboratorios de física, cuál es la contribución del modelaje y experimentación y su aporte a la formación profesional del ingeniero.

En particular este trabajo profundiza la investigación exploratoria y descriptiva, que el equipo de indagación viene desarrollando sobre las distintas estrategias de enseñanza y aprendizaje, utilizando modelos y experiencias de laboratorio y

cómo de este modo se puede contribuir a la comprensión de conceptos y a la resolución de problemas.

La evaluación de las soluciones propuestas por los diferentes grupos de alumnos se realiza a través de la discusión de los informes en un debate constructivo, involucrando una reflexión sobre las dificultades encontradas en el desarrollo de la propuesta. Además, solicitando a los alumnos participantes que respondan un cuestionario donde opinan sobre temas tales como: Planificación de las tareas, Metodología de trabajo, etc.

Podemos concluir parcialmente que trabajar sobre estrategias de enseñanza de Física con esta modalidad resulta motivador para los alumnos porque les permite entender el por qué de Física en las carreras de ingeniería.

Palabras Clave: Enseñanza; Física; Modelado; Aprendizaje de la Física.

Evaluaciones Pre-Parciales como Estrategia para Mejorar la Retención y el Rendimiento Académico de los Estudiantes

Kupczewski, Marcos Esteban y Rosales, Alejandro

Cátedra de Física I. Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Sede Trelew.
marcoskup@gmail.com

Resumen

El desgranamiento estudiantil en los primeros años de estudios es una problemática universitaria con múltiples causas y orígenes. Los docentes de la cátedra de Física I reflexionaron sobre la situación e implementaron una acción tendiente a disminuir la cantidad de alumnos que abandonaban o desaprobaban la materia y a la vez mejorar otros indicadores del desempeño académico de los estudiantes. En 2010 se implementaron parcialitos como cierre de las ocho unidades que componen los tres parciales; con ello se buscó motivar que los estudiantes mantuvieran al día la resolución de problemas, de modo que no llegaran al parcial con unidades estudiadas

deficientemente o sin conocer las metodologías de evaluación y corrección. Con esta herramienta además, fue posible diagnosticar si era necesario volver a explicar algún tema. Un análisis descriptivo y cuantitativo sobre la aplicación de estos parcialitos muestra que el desgranamiento disminuyó en más del 12% comparándolo con la media de los valores en años sin la propuesta (44,8 versus 57,0%). No se modificó la nota de cursada (7,2 versus 7,3 puntos) pero ambas variables (independientes por reglamentación) sí estuvieron correlacionadas (0,74).

Palabras Clave: Parcialitos; Aprendizajes; Desgranamiento; Física.

Introducción

Uno de los principales inconvenientes en las carreras universitarias en general y de las carreras de ingeniería en particular, es el desgranamiento de estudiantes en los primeros años de cursado (Giovagnoli, 2005; Holgado y otros, 2007; Palou y Utges, 2012). Ello está relacionado con diferentes aspectos y problemáticas del estudiante: conocimientos previos, hábitos de estudio, adaptación a la vida universitaria, inasistencia a espacios de consulta y clases que no son obligatorias, entre otros. Todos ellos interactúan con las propuestas de enseñanza y la orientación académica. Estas observaciones coinciden, en gran parte, con investigaciones situadas en diversos contextos educativos (Vega Riveras, 2010; Vélez, 2005; Barbabella, 2005; Soria y Dalfaro, 2012) y los dictámenes de autoevaluaciones generados por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria para distintas Universidades Nacionales en general

y para la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (CONEAU, 1998) y la carrera de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica en particular (CONEAU, 2005 y 2009).

Este panorama ha llevado a que diferentes instituciones universitarias busquen mejorar la retención generando sistemas de acompañamiento. En este contexto, la Sede Trelew de la Facultad de Ingeniería cuenta con diferentes estrategias:

a) El sistema de Tutorías, surgido a partir del Programa de Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI), que se desarrolla desde 2008. Este sistema tiene un objetivo claro en su reglamentación, "establecer acciones dirigidas a la mejora de la enseñanza universitaria y a la minimización de las causas que provocan el desgranamiento y/o deserción de los estudios" (UNPSJB, 2008).

b) La posibilidad de acceder al sistema de cursada contra-cuatrimestre con mínimos requisitos, iniciado por disposición del Consejo Académico de la Facultad de Ingeniería en el año 2001 y rectificado en diferentes ocasiones (UNPSJB, 2012b).

c) Establecimiento de un ciclo integrado de ingreso (UNPSJB, 2013), compuesto por: I) Un examen obligatorio de ingreso en Matemática, desde 1996, con un curso de nivelación optativo, que acuerda con lo mencionado en algunos trabajos donde se establece una mayor tendencia al abandono en las instituciones que no tienen examen de ingreso (CONEAU, 1998; Sposetti y Echeverría, 1997); II) La realización de un curso de nivelación en Física optativo y sin evaluación desde el año 2005; III) El taller de lenguaje y resolución de problemas; y IV) El taller de

ambientación y tutoría. Estos dos últimos talleres se realizan desde el año 2010 con una carga de 30 horas. En principio eran optativos y sin examen, pero desde 2013 es obligatoria la asistencia al 80% de las clases.

d) Una apropiada relación de docentes y auxiliares en función de la cantidad de alumnos. En particular, la cátedra de Física I, que no ha superado los 50 alumnos en los últimos 10 años, está constituida por un profesor titular, un jefe de trabajos prácticos, dos auxiliares de primera y un responsable de laboratorio.

e) Clases de apoyo, generadas solidariamente por estudiantes avanzados en vinculación con los centros de estudiantes, realizadas desde 2005.

f) Un incipiente acercamiento y vinculación con los estudiantes que transitan los últimos años de la educación media a través de la realización de cursos de capacitación para docentes, visitas a instituciones de nivel medio o la visita de estudiantes secundarios a la Universidad.

Física I es una materia incluida en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica, y comparte cuatrimestre con Análisis Matemático II y Química General (de despliegue anual); mientras que en el primer cuatrimestre los estudiantes realizan Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría (UNPSJB, 2005).

La propuesta que se presenta en este trabajo buscó, como objetivo primario, disminuir el desgranamiento de estudiantes en Física I y a la vez se procuró lograr un aumento en la nota promedio obtenida por los estudiantes que aprueban la asignatura. Para ello se decidió implementar, a partir del año

2010, la realización obligatoria de breves evaluaciones, diagramadas de forma que pudieran ser respondidas en un tiempo no mayor a los 30 minutos, como cierre de tema. Con estas evaluaciones de finalización de la unidad la cátedra buscaba, principalmente, que los estudiantes:

a) Se habituaran a mantener los temas al día y no dejaran acumular todo para los días previos a los parciales. Esto era evidente al analizar la cantidad de consultas realizadas en semanas de parcial y en el resto de las semanas del cuatrimestre.

b) Conocieran la forma de evaluar, algunas preguntas tipo que se podrían realizar y a la vez observar los principales criterios de corrección de la cátedra a través de las devoluciones realizadas y notas asignadas.

Adicionalmente, a partir del análisis de las respuestas, el equipo de cátedra determinaba si era necesario intervenir sobre temas puntuales con nuevas explicaciones al detectar errores o inconvenientes generalizados.

Metodología de Trabajo

Esta propuesta se comenzó a implementar con los estudiantes de la cohorte 2010 y continúa a la fecha. Para llevarla adelante se toman un total de ocho parcialitos a lo largo del cuatrimestre, que responden a la organización de tres parciales (Tabla 1). La realización de dichos parcialitos es obligatoria, se aprueban con un mínimo del 25% y no tienen recuperación. Los estudiantes pueden desaprobar un máximo de dos parcialitos a lo largo de la cursada.

Se considera importante aclarar que durante estos años de implementación de la propuesta siempre se ha buscado mantener el nivel de exigencia en los parciales, algo que se realiza en forma similar desde que la cátedra se ha consolidado como tal, en el año 1990. Así es que el equipo de la asignatura busca, dentro de las subjetividades propias del proceso de selección de problemas para la evaluación, que las preguntas o problemas tengan el mismo nivel de dificultad, por lo que esa variable no es analizada en este trabajo.

Unidad	Denominación	Parcialito	Parcial
1	Cinemática de la partícula	20-8	Primero 04-9
2	Dinámica de la partícula	30-8	
3	Energía y su conservación	10-9	Segundo 09-10
4	Cantidad de movimiento	01-10	
5	Cinemática y dinámica de rotación	22-10	Tercero 2-12
6	Momento y conservación del L	05-11	
7	Equilibrio del cuerpo rígido	12-11	
8	Movimiento Armónico Simple y Oscilaciones	19-11	

Tabla 1: Fechas en las que se tomaron los parcialitos de las distintas unidades y sus parciales en el año 2010

Al comparar dos preguntas, una realizada en el segundo parcialito (Figura 1) y otra tomada en el primer parcial (Figura 2) del año 2010, se puede apreciar la relación directa que hay entre ambas. De este modo, la cátedra buscó que los estudiantes adquieran experiencia en resolver, sin consultas o apuntes, los problemas presentados como instancia de preparación y de aviso

de la necesidad de profundizar temas para llegar al parcial en las mejores condiciones posibles.

"Suponiendo que el sistema de la figura -con dos cuerpos A y B- está en reposo, realizar el o los diagramas de cuerpo libre y escribir las ecuaciones correspondientes necesarias para calcular las tensiones en las cuerdas (No se pide la solución, sólo el planteo)." Adaptado de Resnick y Halliday (1982).

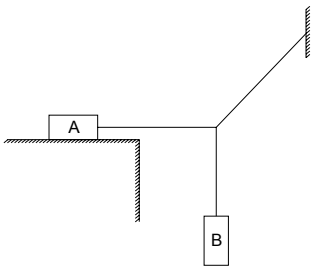


Figura 1: Pregunta tomada en el segundo parcialito de 2010

A partir de las principales dificultades encontradas en estas evaluaciones de cierre de unidad, el equipo de cátedra generaba explicaciones puntuales de forma tal que los estudiantes comprendieran las calificaciones asignadas y revieran la forma de contestar esos puntos.

"Comparando los dos sistemas que se proponen y despreciando las fuerzas de rozamiento, las masas de las cuerdas y polea, determinar: ¿Cuál de los dos sistemas se mueve

con mayor aceleración? Responder en forma cualitativa y justificar con alguna/s ecuación/es (pero sin hacer cálculos). La intensidad de F es igual al peso del cuerpo 2". Adaptado de Resnick y Halliday (1982).

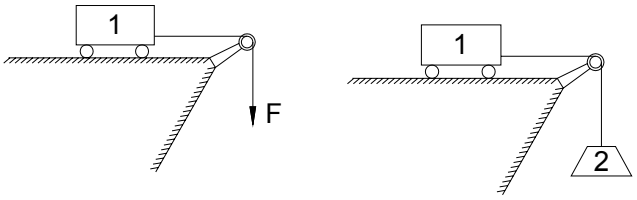


Figura 2: Pregunta tomada en el primer parcial de 2010

Durante este trabajo se analiza la información de las últimas ocho cohortes, desde el año 2005; cinco de ellas sin el sistema de parcialitos, desde 2005 a 2009, y tres con el sistemas de parcialitos, 2010, 2011 y 2012. Los análisis se centran en tres aspectos:

a) El porcentaje de estudiantes que cursaron la materia en los últimos ocho años en relación al total de inscriptos que al menos rindieron algún examen, requisito para no ser considerado ausente según la reglamentación de la Facultad (UNPSJB, 2012a). Se considera a esta retención como complemento del desgranamiento. Este análisis se realizó en función de las actas oficiales de finalización de cursada de la materia que constan en el Departamento de Física.

b) La relación entre la nota promedio de todos los parcialitos y la calificación final obtenida por los alumnos que

cursaron la materia (con resultados posibles entre 6 y 10 puntos). Se aclara que por reglamentación interna de la materia, en dicha calificación final la nota obtenida en los parcialitos no es considerada; para establecerla se utiliza la nota promedio de los tres parciales o sus recuperatorios y el desempeño de cada estudiante en las actividades experimentales (Rosales, 2012). Cabe destacar que la nota final que los estudiantes reciben al haber cursado la materia se promedia con la nota del examen final (siempre y cuando éste sea aprobado) y de esa forma se genera la nota que figura en el analítico del estudiante (UNPSJB, 2012a).

c) Se estableció un índice de rendimiento, obtenido a partir de multiplicar el porcentaje de alumnos que cursaron la materia por la nota promedio de cursada obtenida por esos alumnos. La situación positiva máxima, de 1000 puntos, se presentaría cuando el 100% de los estudiantes que asistieron al menos a una instancia de evaluación aprobaran la cursada con una nota de 10 puntos. De la manera en que está conformado, este índice es más sensible al porcentaje de estudiantes que cursaron la materia, algo que se busca mejorar especialmente, pero sin olvidar las calificaciones obtenidas por los estudiantes. Por lo tanto, se busca cuantificar tanto la capacidad que tuvo la cátedra para retener estudiantes y la que ellos tuvieron para continuar, como la calidad de los conocimientos generados por la cátedra y conseguidos por los estudiantes.

Para las tres variables analizadas se aplicó una prueba de diferencias de medias no paramétrica, Prueba de Mann-Whitney al 0.05 de confianza. De esa manera se determinó si

había diferencias significativas o no entre los datos generados durante los años con y sin el sistema de parcialitos.

Resultados

La cantidad de estudiantes que cursaron la materia (retención de estudiantes) a lo largo de los últimos ocho años de cursada presentó un valor promedio del 47,6 %. El promedio de los cinco años previos a la implementación de la propuesta tuvo un valor de 43,0%, con un mínimo en 2009 del 33,3% y un máximo en 2008 con 48,8%. Por su parte, en los tres años de implementación de la propuesta se obtuvo un promedio del 55,2%, con un máximo en 2012 del 57,0% y un mínimo en 2011 del 51,6% (Tabla 2).

Año	n	Parcialitos	Cursaron (%)	Nota promedio	Índice de rendimiento
2005	30	No	46,7	6,9	322
2006	35	No	40,0	7,4	296
2007	26	No	46,2	7,3	336
2008	41	No	48,8	6,9	336
2009	33	No	33,3	7,7	256
2010	44	Si	56,8	7,1	403
2011	31	Si	51,6	7,2	371
2012	35	Si	57,1	7,6	434

Tabla 2: Cantidad de estudiantes (n), porcentaje de cursada, nota promedio de cursada e índice de rendimiento para las últimas ocho cohortes, con y sin implementación del sistema de parcialitos

La nota promedio de cursada por año no muestra diferencias significativas entre las cohortes de estudiantes que cursaron sin el sistema de parcialitos (7,2 puntos) y aquellos estudiantes que cursaron con el sistema (7,3 puntos) (Tabla 2).

Analizando el período sin el sistema de parcialitos se aprecia que las mayores notas de cursado se asocian con los menores porcentajes de cursada, años 2009 y 2006, situación que se opone a la presentada en los años 2005 y 2008 con los mayores porcentajes de cursada y menores notas promedio, quedando el año 2007 en una situación intermedia. A partir de la aplicación del sistema de parcialitos, se ha logrado aumentar los porcentajes de retención sin disminuir notoriamente la nota de cursada y en algún caso, año 2012, siendo prácticamente igual a la máxima nota promedio obtenida en el periodo analizado, año 2009 (Tabla 2). De este modo el índice de rendimiento académico en los tres años con el sistema de parcialitos son significativamente mayores a los índices generados en los años sin el sistema de parcialitos (Tabla 2).

Si bien la nota de cursada no muestra diferencias entre cohortes que tuvieron o no el sistema de parcialitos, sí se encontró, como en el trabajo de Funes y Guardiola (2012), una relación significativa (coeficiente de correlación = 0,75) entre la nota promedio de todos los parcialitos que obtuvo cada estudiante con su calificación de cursada (promedio de los tres parciales o sus recuperatorios) en los tres años de implementación de la propuesta (Figura 2).

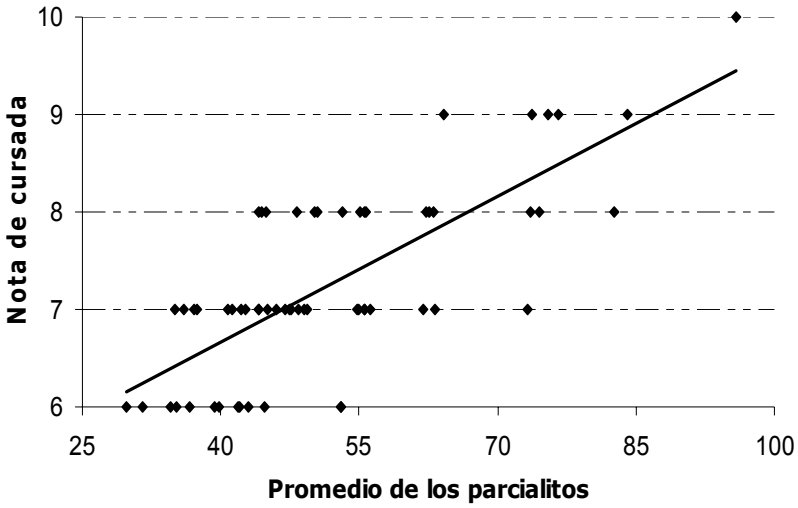


Figura 2: Nota de cursada en función de la nota promedio de sus parcialitos (ocho) para los años 2010, 2011 y 2012 (n total: 110 estudiantes).

Conclusiones

Este sistema de evaluaciones de parcialitos como cierre de unidad, relativamente flexible desde el punto de vista de los criterios de aprobación (25% de la puntuación posible y aprobar un mínimo de seis parcialitos sobre ocho), posibilitó a la cátedra, y a los mismos estudiantes, realizar un proceso de autoevaluación permanente (y ajustes en el caso de ser necesario) de los aprendizajes. La actividad generó que los estudiantes llegaran a las evaluaciones parciales con mayor conocimiento de los contenidos, y también con un mayor conocimiento de los criterios de evaluación, ponderaciones y estrategias de resolución buscadas por la cátedra, acompañado esto con una disminución en las características consultas frenéticas de los días previos al parcial.

Las distintas instancias de evaluación de cierre de cada unidad permitieron que los docentes y los estudiantes reflexionaran sobre el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. De este modo, las explicaciones puntuales de los distintos temas, se supone que posibilitan la reelaboración de lo enseñado y aprendido con el objetivo de mejorarlo (Funes y Guardiola, 2012).

Este proceso iniciado en 2010 no parece haber repercutido en la nota promedio de los parciales, reflejada en la nota de cursada, pero sí en que menos estudiantes desaprobaran parciales y terminaran abandonando o desaprobando la materia. De este modo, la implementación, que no es novedosa en términos generales pero sí lo es para la cátedra, ha repercutido en algo sumamente positivo para la institución, logrando que una mayor proporción de estudiantes cursaran la materia sin perder los criterios de excelencia que son requeridos. Se espera que esta sea una tendencia que continúe progresando, para ir logrando un menor desgranamiento. Sin embargo, este objetivo en la bibliografía pocas veces se señala como posible de obtener aplicando una única estrategia, lo que compartimos y por lo que se debería profundizar el análisis, incorporando, por ejemplo, otros cambios realizado fuera de la cátedra, como la implementación de los talleres de ingreso que se comenzaron a realizar en 2010 de forma optativa y con baja carga horaria.

Reflexiones Finales

Resulta interesante seguir analizando si esta propuesta logra mantener el incremento en los porcentajes de cursada de la materia sin disminuir la nota promedio de esas cursadas. Con la implementación del sistema de parcialitos como principal

modificación generada en la cátedra, se ha conseguido mejorar el índice de rendimiento académico de la cátedra en conjunto (docentes y estudiantes), consiguiendo un aumento significativo de la retención de los estudiantes sin disminuir el rendimiento promedio en la asignatura.

Será necesario desarrollar instrumentos apropiados para evaluar lo que los estudiantes vivencian con este sistema de parcialitos y hacer que esa información interactúe con estos análisis principalmente cuantitativos y descriptivos para que la metodología siga generando estos resultados y mejorándolos aún más para lograr una mayor retención de los estudiantes y calidad de sus aprendizajes.

Bibliografía

Barbarella, M. (2005). *Posibles causas del fracaso estudiantil en los primeros años de la universidad.* Editorial de la Universidad Nacional del Comahue (Educo), Bs. As.

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria–CONEAU. (1998). Informe Final. Evaluación Externa de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. ISBN 987-97161-0-8. Consultado en línea por última vez el 20-06-13:http://autoevaluacion.unp.edu.ar/wp-content/uploads/2009/05/inf_evalext_1erproc.pdf

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria–CONEAU. (2005). Informe de Evaluación de pares de la carrera de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica. Resolución Nº 110/05.

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria–CONEAU. (2009). Informe de Evaluación de pares de la carrera de Ingeniería Civil con Orientación Hidráulica. Resolución Nº 740/09.

Funes, M. y Guardiola, M. (2012). *Implementación de un sistema de seguimiento de los aprendizajes en un entorno virtual.* Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.virtualeduca.info/ponencias2012/218/VirtualEducaFunesGuardiola.doc

Giovagnoli, P. Determinants in university desertion and graduation: an application using duration models. *Económica*, *La Plata, Vol. LI, Nro. 1-2, 2005.* Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://economica.econo.unlp.edu.ar/documentos/20081127035216PM_Economica_543.pdf

Holgado, L.; Chahar, B.J.; Correa Zeballos, M.A.; Nieva, M.E.; Figueroa, G.R., Sued, C. *Investigando el desgranamiento en el tercer nivel.* Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.feeye.uncu.edu.ar/web/posjornadasinve/area2/Aprendizaje%20-%20eleccion%20de%20carrera/161%20-%20Holgado%20y%20otros%20-%20UN%20Tucuman.pdf

Palou, I. y Utges, G. (2012). Teorías implícitas de docentes universitarios sobre la problemática de deserción y desgranamiento en carreras de Ingeniería. Un estudio contextualizado *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería / Año 1 / Nº 1 / Marzo.*

Resnick, R y Halliday, D. (1982). Física I. Ed. CECSA, México. 3ra Ed.

Rosales, A. (2012). *Programa Analítico de la asignatura FI001 Física I.* Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.ing.unp.edu.ar/sppweb/asignatura.php?ID_Programa=2095&Seccion=6&Nombre_Asignatura=FISICA%20I

Soria, F.H. y Dalfaro, N.A. (2012). *El desgranamiento en la carrera de ingeniería química de la UTN.* II Jornadas de investigación en ingeniería del NEA y países limítrofes. 14 y 15 de junio. Chaco - Argentina. Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.frre.utn.edu.ar/IIJCyT/clean/files/get/item/2169

Sposetti, A. y Echeverría, H. (1997). *El factor educacional como causa potencial de la deserción en primer año de la universidad*. Consultado en línea por última vez el 20-06-13 http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/h21.htm

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – UNPSJB. (2005). *Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil Orientación Hidráulica Plan de Estudios.* Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.ing.unp.edu.ar/info_ing_civil_hidraulica.htm

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – UNPSJB. (2008). *Reglamento general del sistema de tutorías de la Facultad de Ingeniería*. Disposición CAFI Nº 007/08.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – UNPSJB. (2012a). *Reglamento académico de la Facultad de Ingeniería*. Disposición CDFI Nº 003/12 Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.ing.unp.edu.ar/pdf/Reglamento_academico.pdf

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – UNPSJB. (2012b). *Régimen de cursado contra cuatrimestral de la Facultad de Ingeniería*. Disposición CDFI Nº 015/12.

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – UNPSJB. (2013). *Requisitos para el ingreso a la Facultad de Ingeniería.* Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.ing.unp.edu.ar/ingreso.htm

Vega Riveras, D. (2010). *Tutores de pares: acompañando el ingreso en la cultura universitaria.* 1er Congreso Argentino de Sistemas de Tutorías. 16 y 17 de Septiembre. Misiones – Argentina. Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.redapu.com/uploads/misc/P_120_Ponencia_Vega_Riveras.pdf

Vélez, G. (2005). *Ingresar a la Universidad. Aprender el oficio de estudiante universitario.* Colección de cuadernillos de

actualización para pensar la enseñanza universitaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Año 2 Nº 1. Consultado en línea por última vez el 20-06-13: http://www.unrc.edu.ar/unrc/academica/pdf/cuadernillo02.pdf

Flotación de los Cuerpos. ¿Quién dijo Eureka!!!? ¿Arquímedes? ¿Los alumnos? ¿El profesor?

Godino, María Eugenia[1;2;3]; *Marini, Silvana*[1]; *Oliva, Alicia*[1;4]; *Vettorel, Silvia*[1]

1: Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín, Universidad Nacional de Rosario

2: Escuela de Enseñanza Media nº 338 de la Pcia. de Santa Fe

3: Escuela de Enseñanza Media nº 350 de la Pcia. de Santa Fe

4: Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional.

Av. Pellegrini 250 (2000) Rosario. Tel: 0341-4802641

oliva.alicia@gmail.com

Resumen

Nuestra intención a través de este trabajo es compartir una propuesta didáctica sobre el tema flotación de los cuerpos. A partir de la experiencia en el aula, durante el desarrollo del tema y a pesar de haber obtenido buenos resultados en la evaluación final, observamos la persistencia de algunas ideas erróneas.

Los alumnos demostraron aptitudes para el cálculo, de allí el buen resultado en las evaluaciones, sin embargo muestran

dificultades en analizar cuestiones en donde intervienen diferentes variables.

Para conocer la problemática, elaboramos un test que contestaron 60 alumnos de diferentes divisiones de cuarto año del nivel secundario del Instituto Politécnico Superior (UNR).

A partir del resultado del análisis del test, observamos que las dificultades detectadas se deben primordialmente a la gran cantidad de variables que intervienen en el fenómeno de flotación.

Para facilitar su comprensión sugerimos la incorporación de actividades basadas: en la experimentación con material concreto, en su análisis teórico y en experimentos realizados con la aplicación de software de simulación.

Palabras Clave: Flotación; Empuje; Peso; Volumen.

Introducción y Marco Teórico

En general se advierte en el trabajo en el aula y sostenido por numerosas investigaciones, que los alumnos tienen dificultades en aprender diferentes temas de física. No es una excepción la comprensión del fenómeno de flotación de los cuerpos (P. Fernandez, A. Jardón, R. Laura y G. Utges, G; 1993).

"Aunque el principio de Arquímedes se estudia tradicionalmente en las clases de Ciencias desde los primeros niveles, suele ser aprendido de forma mecánica y memorística…"; "Como muestra la experiencia, y bastantes trabajos de investigación han puesto de manifiesto, las numerosas consecuencias que se derivan de este principio no son

incorporadas a la estructura cognitiva de los estudiantes en forma significativa" (F. M. Barral, 1990)

Dada la naturaleza experimental de la física, sostenida con modelos teóricos; para su enseñanza aplicamos propuestas didácticas basadas en las explicaciones formales del tema, acompañadas de actividades experimentales. Al trabajar en el aula-laboratorio es común no disponer de todo el equipamiento adecuado. Entonces, frente a esta dificultad, complementamos los experimentos reales con experimentos pensados. Según Koyre: "El experimento pensado desempeña así el papel intermediario entre lo matemático y lo real" (Koyre; 1982).

También, para ampliar el ámbito experimental nos parece adecuado utilizar algunas simulaciones, dada la facilidad y rapidez de su utilización, permitiéndonos analizar diferentes problemas en tiempo reducido (H. Kofman, 2001).

El principio de Arquímedes y la flotación de los cuerpos se presentan en el aula de manera tradicional, como una situación de equilibrio entre las fuerzas peso y empuje. A partir de la realización y el análisis del diagrama de cuerpo libre de un cuerpo sumergido en un fluido y utilizando el Teorema General de la Hidrostática, se deduce el principio de Arquímedes. De este análisis surge la interpretación del empuje como una fuerza que el líquido ejerce sobre el cuerpo, debido a las diferencias de presión en los distintos puntos de su superficie.

Metodología

El tema en estudio "Estática de los Fluidos", se desarrolla al comienzo del primer cuatrimestre de Física en 4to año del nivel secundario en el Instituto Politécnico Superior,

después de Mecánica de la Partícula y de los Sistemas, cursada en tercer año.

Durante el primer mes de clase se desarrolló formalmente el tema "Flotación de los cuerpos", en forma teórica, práctica y experimental.

En esta unidad didáctica los alumnos realizan un único Trabajo Experimental, cuyo objetivo es verificar la relación entre el volumen sumergido de un sólido, en un fluido y el empuje que recibe del mismo.

También se realizan experimentos mostrativos utilizando la bomba de vacío con los hemisferios de Magdeburgo, globos, espuma de jabón con la campana de vacío; balanza hidrostática (con la que se discute la paradoja hidrostática), densímetros con diferentes fluidos y el ludión.

En la evaluación correspondiente los alumnos obtuvieron resultados satisfactorios en los problemas de cálculo; pero se observaron dificultades al responder cuestiones teóricas.

En relación a lo expuesto, luego de consultar diversas investigaciones publicadas con anterioridad, decidimos realizar nuestra propia investigación con el propósito de sugerir una propuesta didáctica tendiente a mejorar la problemática en la que se encuentran nuestros alumnos.

Para obtener información, elaboramos un test acerca de diferentes situaciones relacionadas con el fenómeno de flotación, que contestaron 60 alumnos. Los encuestados debían justificar sus respuestas utilizando los conocimientos adquiridos hasta el momento.

El test

Se detallan a continuación los resultados obtenidos.

Pregunta 1:

En un recipiente lleno completamente de líquido hasta el borde, se coloca un cuerpo que flote parcialmente sumergido y se recoge el líquido desplazado por el cuerpo, en otro recipiente.

a- *El peso del líquido desplazado es mayor que el peso del cuerpo.*

b- *El peso del líquido desplazado es igual que el peso del cuerpo.*

c- *El peso del líquido desplazado es menor que el peso del cuerpo.*

En esta cuestión se analiza la relación del peso de líquido desalojado con respecto del peso del cuerpo.

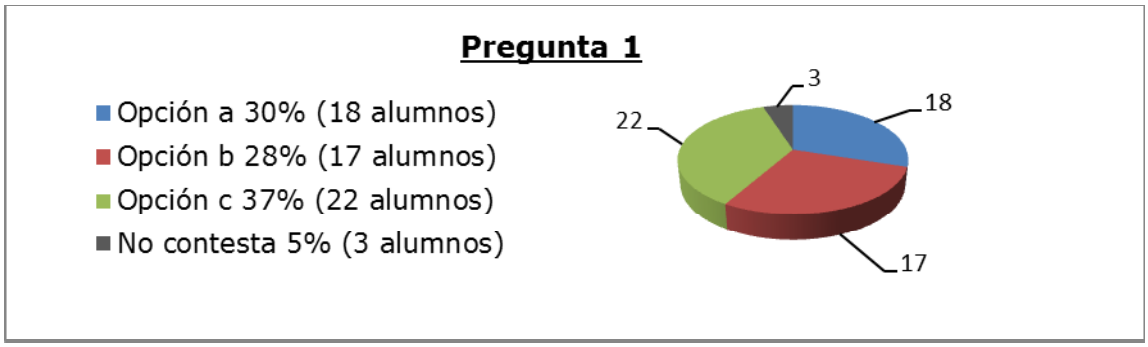


Figura 1

En la Figura 1 se muestra que sólo el 28 % de los alumnos dan respuestas correctas.

Las fundamentaciones presentadas por los alumnos en esta cuestión, evidencian que reconocen que en esta situación planteada, el peso del cuerpo es igual al empuje que recibe del líquido. Lo expresan dibujando diagramas de cuerpo libre del cuerpo flotando; a través de la ecuación $P = E$ y de explicaciones en que reconocen que la densidad del líquido es mayor que la densidad del cuerpo.

En referencia a las explicaciones de los alumnos:

Confunden el volumen del cuerpo con el volumen sumergido diciendo :

- "El volumen del cuerpo es igual al volumen de agua desplazado".
- "Como el cuerpo flota, la densidad del agua es mayor que la del cuerpo y para iguales volúmenes, el agua tiene mayor masa, y por lo tanto mayor peso".

La densidad y el peso parecen ser propiedades equivalentes y el peso distinto del empuje; entonces dicen:

- "El cuerpo es un sólido, al ser un sólido es más denso y por lo tanto es más pesado".
- "Si el cuerpo flota, parte del cuerpo no queda sumergido, por lo tanto su peso es menor".

Pregunta 2:

Sobre una balanza se coloca un vaso lleno hasta el tope con agua y se mide su masa. Seguidamente se retira el vaso de la balanza y se coloca un cuerpo que flote (produciéndose el derrame parcial de líquido). Se mide nuevamente la masa del vaso con el cuerpo en su interior.

a- La masa del vaso con agua es mayor que la masa del vaso con agua y el objeto.

b- La masa del vaso con agua es igual que la masa del vaso con agua y el objeto.

c- La masa del vaso con agua es menor que la masa del vaso con agua y el objeto.

En esta cuestión se controla la relación entre las masas de líquido desalojado y la masa del cuerpo sumergido.

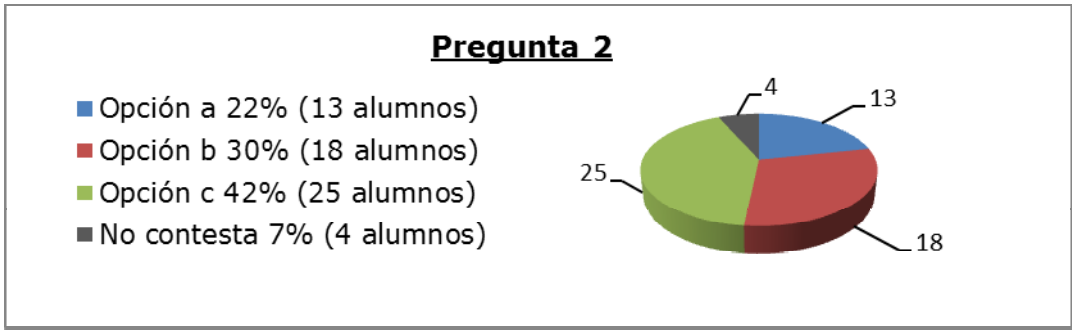


Figura 2

En la Figura 2 se indica que el 30 % de los alumnos contesta correctamente. Entre las justificaciones de las respuestas incorrectas encontramos:

Aquellos que eligen la opción (a) fundamentan que la densidad del agua es mayor a la del objeto que flota.

- "La masa del agua desalojada deberá ser menor que la del objeto que flota".
- "El volumen de líquido desplazado es muy chico para que pese igual que el cuerpo".
- "La masa del vaso con agua es menor que la masa del vaso con agua y el objeto, ya que la masa del líquido derramado será despreciable en comparación con la masa del cuerpo".

Entre los alumnos que eligen la opción c, algunos justifican que:

- "La densidad del objeto es mayor que la del agua".

Otros dicen que:

- "Al introducir el cuerpo en el vaso con agua, por más que haya derramado el mismo volumen sumergido, el cuerpo es más denso que el agua por ser un sólido, y por lo tanto su masa es mayor".

Pregunta 3:

Se coloca un densímetro (o tubo lastrado y calibrado) en un recipiente con agua y se marca el nivel sumergido. Posteriormente se agrega sal al agua y se verifica nuevamente la altura sumergida.

a- La altura sumergida en el agua es mayor que en el agua salada.

b- La altura sumergida en el agua es igual que en el agua salada.

c- La altura sumergida en el agua es menor que en el agua salada.

Esta cuestión relaciona la altura sumergida de un cuerpo, en líquidos de distintas densidades.

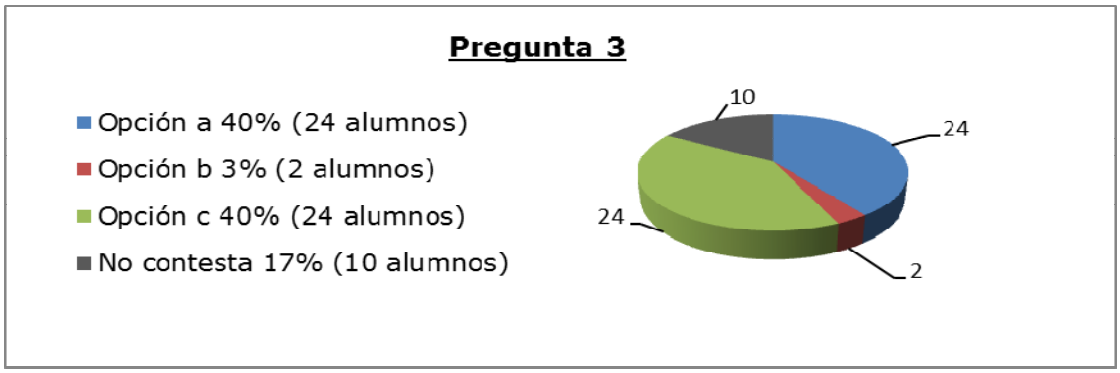


Figura 3

En la Figura 3 se muestra que el 40% de los alumnos eligen la opción (a) correctamente.

En relación a las respuestas incorrectas, podemos enunciar:

Los alumnos que eligen la opción (c) dicen:

- "Al ser el agua más densa el cuerpo se hunde más".
- "Al tener menos densidad el fluido, el cuerpo flota más".
- "A mayor densidad del líquido, implica menor empuje".

En referencia a los que eligen la opción (b), expresan:

- "La altura no varía, ya que la sal se disuelve en el agua".

Algunos alumnos reconocen que el agua salada es más densa, pero no consiguen aplicar correctamente esta idea a la cuestión planteada.

Pregunta 4:

Una lámina de metal varias veces plegada hasta quedar en forma de prisma, se hunde en el agua; mientras que la misma lámina de metal apenas abollada puede flotar.

Elabora una justificación de la situación experimental planteada, utilizando tus conocimientos sobre el fenómeno de la flotación.

Se espera que los alumnos elaboren una justificación del problema planteado, teniendo en cuenta los volúmenes, formas y densidades medias del objeto considerado en ambos casos.

El 40% fundamenta correctamente, el 38% da respuestas incorrectas y el 22% no contesta.

Dentro de las justificaciones incorrectas, los alumnos reconocen las variables que intervienen, comentan que la flotación depende del empuje y del volumen sumergido, pero no consiguen elaborar una respuesta coherente.

Intentan explicar que la flotación depende de la forma, pero vinculan el empuje sólo con el área de contacto de la base del cuerpo y no concluyen correctamente.

Atribuyen la diferencia en la flotación en ambos casos, a la tensión superficial.

Aparece la idea de que la flotación está vinculada con el área y la presión.

Algunos tratan de explicar orientados correctamente, pero confunden peso con densidad.

Dicen que para masas iguales y volúmenes diferentes, corresponden diferentes densidades, por lo tanto no flotan del mismo modo.

Si el volumen cambia, la densidad relativa cambia y se sumergen de diferente modo.

Explican correctamente que el volumen del bollito es mayor que el del cuerpo prolijamente plegado porque contiene aire y plantean la ecuación del $P = E$.

Pregunta 5:

Se sumergen completamente en agua, dos bloques de tamaño idéntico (igual volumen y forma), pero de distintos materiales, uno de plomo y otro de aluminio.

Mientras van cayendo dentro del líquido:

a- *El empuje sobre el bloque de plomo es mayor que el empuje sobre el bloque de aluminio.*
b- *El empuje sobre el bloque de plomo es igual que el empuje sobre el bloque de aluminio.*
c- *El empuje sobre el bloque de plomo es menor que el empuje sobre el bloque de aluminio.*

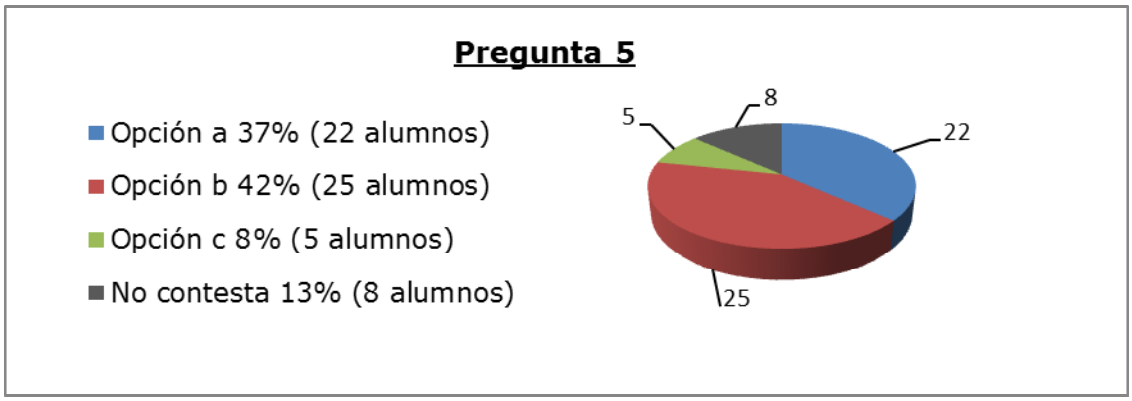


Figura 4

En la Figura 4 se ve que el 42% de los alumnos contesta correctamente, diciendo que: "Al tener igual volumen sumergido reciben igual empuje".

Esta cuestión establece la comparación del empuje que ejerce un fluido sobre dos cuerpos de igual forma y volumen, pero de distinta masa dado que están construidos de distintos materiales.

Entre las respuestas incorrectas observamos que algunos alumnos confunden densidad con peso y otros atribuyen que el empuje sólo depende de la densidad del líquido. Algunos dicen:

- "Como la densidad del plomo es mayor que la densidad del aluminio, entonces el empuje sobre el plomo es mayor que el empuje sobre el aluminio".
- "El empuje es el mismo ya que depende de la densidad del líquido".
- "El empuje no depende del material".

Pregunta 6:

Se coloca sobre la superficie del agua un vaso con un objeto en su interior. Se mide la altura h_1 que hay entre la superficie libre del líquido y la base del vaso que queda sumergido. Luego se saca el objeto del interior del vaso y se sumerge en el líquido. Se mide nuevamente la altura h_2 entre la superficie libre del líquido y la base del vaso. Ver figura 5 (a) y (b).

a- $h_2 > h_1$

b- $h_2 < h_1$

c- $h_2 = h_1$

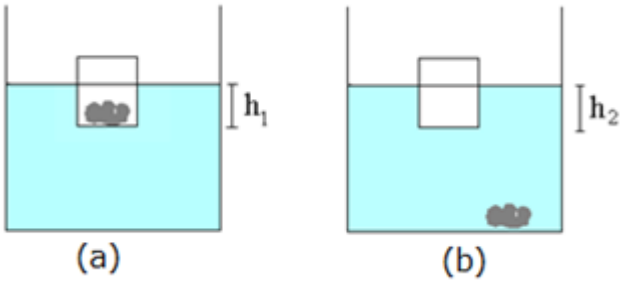


Figura 5

Se relaciona aquí la altura del cuerpo sumergido al variar su masa y su densidad media.

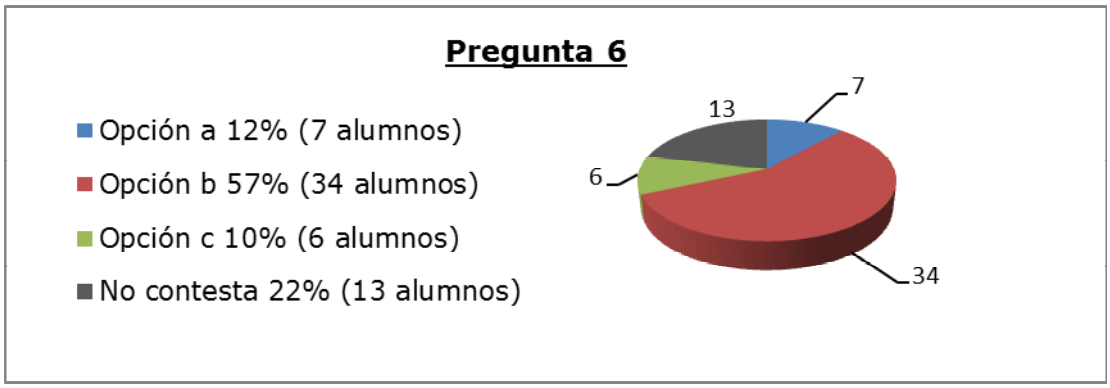


Figura 6

En la Figura 6 se ve que el 57% de los alumnos contestan correctamente.

Entre las respuestas correctas encontramos:

- "En ambos casos el peso es igual al empuje. Al sacar el objeto del interior del vaso, el peso disminuye y por lo tanto el empuje también. Como el empuje depende del volumen sumergido la altura sumergida será menor finalmente".
- "Cambia la densidad media del objeto sumergido y por lo tanto cambia la altura sumergida, disminuyendo".

También responden incorrectamente diciendo que:

- "Al soltar el objeto dentro del agua, ésta sube su nivel y el vaso también sube en la misma cantidad, por lo que las alturas son iguales".
- "La masa del cuerpo sumergido (vaso) no cambia y entonces las alturas son iguales".
- "El objeto desplaza siempre el mismo volumen de agua, por lo tanto las alturas son iguales".

- "Las alturas son iguales porque dependen solamente de la densidad del líquido".
- "La $h_2 > h_1$ porque el objeto no flota".

Pregunta 7:

Un niño juega con un barco de juguete lastrado con tornillos en su interior, que flota en el agua de una bañera. Si saca los tornillos del barco y los arroja al agua. ¿El nivel del agua de la bañera ascenderá o descenderá?

Analiza esta situación utilizando el modelo representado en la Figura 7(a) y (b).

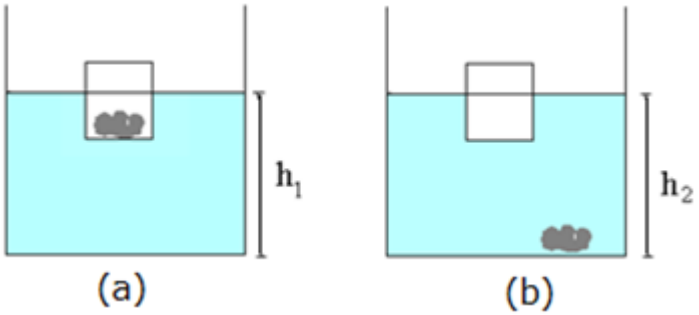


Figura 7

Opciones:

a- El nivel del agua ascenderá ($h_2 > h_1$)
b- El nivel del agua descenderá ($h_2 < h_1$)
c- El nivel del agua no cambia ($h_2 = h_1$)

En la Figura 8 se muestra que el 22% de los alumnos responden correctamente.

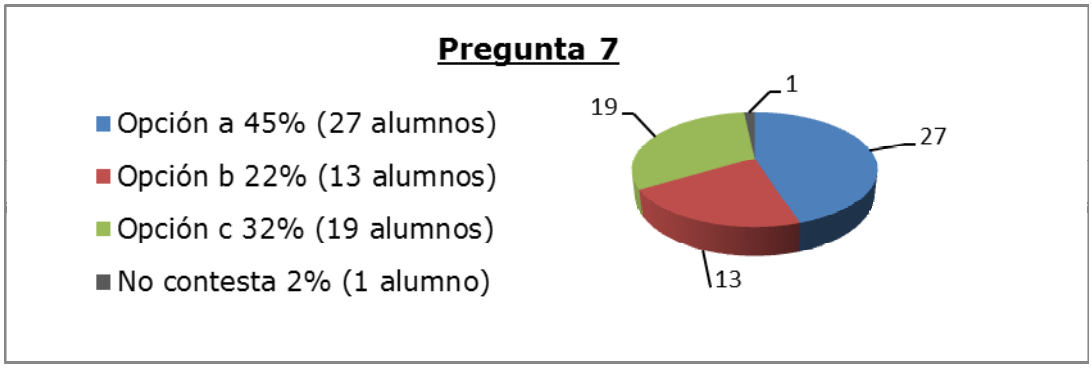


Figura 8

Responden:

- "El nivel del agua en la bañera ascenderá porque cuando el barquito tienen los tornillos en su interior posee más masa; cuando se los retira cambia su masa y su volumen sumergido". No dando más explicaciones.
- "El nivel sube, ya que se ocupa dentro del agua un volumen mayor".
- "El nivel del agua sube porque el volumen sumergido del vaso será menor".
- "El volumen sumergido es el mismo en ambos casos, por lo tanto las alturas son iguales". Un solo alumno dio esta respuesta.
- "Descenderá porque el barco flotará completamente y sólo los tornillos aumentan el nivel del agua. Mientras que antes aumentaba porque estaba sumergido el vaso con los tornillos".

- "Descenderá porque el volumen sumergido será menor".
- "El nivel del agua baja porque el volumen del barco sumergido es mayor que el que ocupan los tornillos en el agua. Los tornillos dentro del agua ocupan menor volumen que el volumen que sube el barco".

Conclusiones Finales y Propuesta Didáctica

Del análisis de las respuestas del test, concluimos que los alumnos presentan dificultades al trabajar con cuestiones de conservación de volumen, confunden peso con densidad y pesos con volúmenes, el volumen del líquido desalojado con el volumen del cuerpo, masas con densidades, interpretan a la masa del líquido desalojado como menor que la masa del objeto que flota en muchos casos.

Frente a la diversidad de respuestas incorrectas y confusas de los estudiantes, comenzamos analizando tanto nuestras explicaciones como el material de estudio que utilizan.

Al enunciar el Principio de Arquímedes: "Un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido, recibe un Empuje vertical hacia arriba, igual al peso del volumen de líquido desplazado", otro aspecto a tener en cuenta es que difícilmente los alumnos puedan correlacionar el enunciado verbal, con la ecuación $P = E$, aunque se analice, expresada del modo:

$$\delta_{cuerpo} \cdot V_{cuerpo} \cdot g = \delta_{líquido} \cdot V_{sumergido} \cdot g$$

Atribuimos esta problemática a la pluralidad de variables implícitas que se esconden dentro de este enunciado, y que los alumnos no pueden reconocer y relacionar sencillamente.

Para superar estas dificultades sugerimos la siguiente Propuesta Didáctica.

Durante el desarrollo del tema, en un espacio de exposición que favorezca el debate.

- Revisar los conceptos de masa, peso, volumen y densidad antes de abordar el tema.
- Trabajar con mayor nivel de detalles los conceptos de presión, conservación de la cantidad de volumen, volumen sumergido y volumen desalojado.
- Realizar las cuestiones relevadas en el test, en trabajos experimentales en el laboratorio.
- Plantear problemas analíticos, donde se modifique una de las variables intervinientes y se analicen todas las demás.
- Incorporar simulaciones que permitan analizar gran cantidad de experimentos en un tiempo breve.

A partir de la incorporación de esta modalidad de trabajo realizada en algunos cursos, obtuvimos mejoras en la comprensión del tema, por lo que pensamos insistir y continuar en este camino.

Por ello deseamos compartir con nuestros pares esta experiencia de aula.

Bibliografía

Barral, F. M.; 1990. *"¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes".* Revista Enseñanza de las Ciencias.

Fernández Fernández, J.M.; 1987. *"Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre la estática de fluidos en alumnos del segundo curso del BUP.* Revista Enseñanza de las Ciencias.

Fernández, P.; Jardón, A.; Laura, R.; Utges, G.; 1993. *"La comprensión de la flotabilidad de los cuerpos en alumnos universitarios".* Taller de Investigación en Docencia Universitaria. REF VIII.

García Carmona, A.;2009. *"Aprendiendo Hidrostática mediante actividades de investigación orientada: Análisis de una experiencia con alumnos de 15 y 16 años".* Revista Enseñanza de la física.

Kofman; H. A., 2001, *Aplicación de software de simulación en enseñanza de fluidostática.* Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física (Córdoba – Argentina).

Koyré, A.; 1982. *Estudios de historia del pensamiento científico,* 4ª edición. Siglo XXI Editores, México pp 208. G Galilei, Discorsi, op. Cit.; p 299)"

Graduación de Tensiones con un Potenciómetro Deslizante

Medina, César; Velazco, Sandra; Impellizzere, Susana

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Tucumán

svelazco@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

A partir de una encuesta de diagnóstico, se comprueba que los estudiantes tienen dificultades y confusiones respecto de cuál es la conexión más conveniente para graduar tensiones con un potenciómetro deslizante o reóstato. Como herramienta didáctica, se propone analizar los dos tipos de conexiones posibles, en serie y en paralelo, usando una técnica de reducción de variables significativas. Se demuestra que ambas conexiones dan, en general, variaciones no lineales similares. Sólo cuando la resistencia del potenciómetro es comparable a la de carga, se obtiene una variación gradual para la tensión, comparable a un comportamiento lineal. Se observa que en la conexión en serie, esta condición sólo puede alcanzarse para rangos muy reducidos de variación.

Palabras Clave: Potenciómetro deslizante; Serie; Paralelo; Linealidad.

Planteo del Problema

En los laboratorios de ciclo básico de ciencias exactas, cuando el estudiante debe armar sus primeros circuitos sencillos, el reóstato[17], potenciómetro deslizante, o resistencia variable a cursor, R_v, se usa para aplicar tensiones graduables a resistencias de carga, R, ofreciendo importantes ventajas, por su valor didáctico y relativo bajo costo.

Existen dos formas básicas de conectar un potenciómetro, que el alumno debe conocer: en serie y en paralelo o divisor de tensiones (Fig. 1 a y b, respectivamente).

Para resolver estos circuitos, basta aplicar ley de Ohm y suma de resistencias. En el primer caso, la tensión aplicada a R es

$$V_R = V_o \frac{R}{R + R_x} \qquad (1)$$

y en el segundo,

$$V_R = V_o \frac{R_x R}{R_v R_x + R_v R - R_x^2} \qquad (2)$$

[17] El término reóstato suele usarse para los potenciómetros deslizantes que por su capacidad disipación admiten corrientes relativamente intensas.

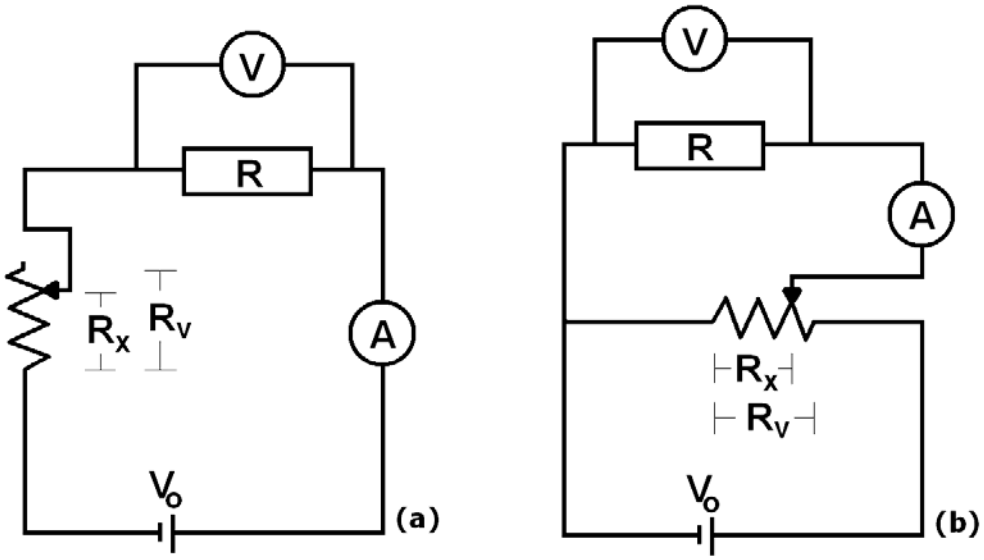


Fig.1: Conexión en serie (a) y en paralelo (b)

Idealmente, V_R debería variar linealmente con el desplazamiento del cursor, a fin de que al experimentador le resulte fácil aplicar los valores de tensión que considere apropiados y evitar variaciones abruptas de tensión que podrían dañar el instrumental. Dado que las ecuaciones (1) y (2) no son lineales, uno debe conformarse con variaciones graduales de V_R, aproximadamente proporcionales al desplazamiento del cursor, y en la medida en que esto se consiga, diremos que nos aproximamos a la linealidad o hablaremos, en un sentido lato, de "grado de linealidad".

Al parecer, la simplicidad de la ec. (1) y su carencia de exponentes de grado mayor a 1, lleva a muchos alumnos a suponer que la conexión en serie permite una graduación más "lineal" de la tensión aplicada. De una encuesta (v. Apéndice) realizada a 42 estudiantes que ya habían cursado el módulo de electricidad de la correspondiente asignatura de física, incluyendo los trabajos prácticos de laboratorio, donde la mayoría había armado sus circuitos con fuentes variables, y

algunos con reóstatos, sólo 5 respondieron correctamente sobre la linealidad de los circuitos. Luego, es pertinente analizar este tema en profundidad.

Metodología

El análisis de la linealidad puede hacerse fácilmente escribiendo las ecuaciones en forma adimensional, lo cual puede constituir un ejercicio ilustrativo de reducción de variables significativas, cuya pertinencia habrá de valorar cada docente en cada curso.

Si dividimos numerador y denominador de los segundos miembros de las ec. (1) y (2), por R_v y R_v^2, respectivamente, y definimos nuestras nuevas variables adimensionales como $y = V_R/V_o$, $x = R_x/R_v$ y $k = R/R_v$, dichas ecuaciones se pueden escribir:

$$y = \frac{k}{x+k} \qquad (3)$$

para la conexión en serie, y

$$y = \frac{x \cdot k}{x+k-x^2} \qquad (4)$$

para la conexión en paralelo.

Estas ecuaciones, por ser adimensionales, pueden aplicarse a valores cualesquiera de V_o, R y R_v. En ellas se observa que *la fracción de la tensión de la fuente, y, que se aplica a R, depende sólo de dos variables: de la fracción del potenciómetro que se haya desplazado el cursor, x, y de la*

relación entre la resistencia de carga y la del potenciómetro, k. Es obvio que *x* puede variarse arbitrariamente desplazando el cursor, y su rango de variación es [0,1]. Luego, asignándole valores en ese rango, a pequeños incrementos, se obtiene la curva *y* para cualquier valor de *k*.

La Fig. 2 muestra gráficas de las ec. (3) y (4) para diferentes valores de *k* (se han mantenido las variables originales para mayor claridad).

El estudiante debe advertir algunas diferencias importantes entre ambas gráficas:

Para $R_x = 0$, la conexión en serie da su valor máximo de tensión, es decir, la tensión de la fuente; en tanto que la conexión en paralelo da su valor mínimo, es decir, cero.

En general, ambas conexiones presentan comportamientos no lineales de V_R en función de R_x. (Si se traza, para cada curva de la Fig. 2a, una recta que una sus extremos, se puede comprobar que la falta de linealidad es muy similar en ambas conexiones).

En todos los casos, el valor mínimo de V_R para la conexión en serie es mayor que cero, y es tanto mayor cuanto mayor sea la relación R/R_V.

Esta última propiedad puede ser una desventaja de esta conexión, porque la linealidad sólo puede alcanzarse a expensas de una notable reducción del rango de la tensión aplicable.

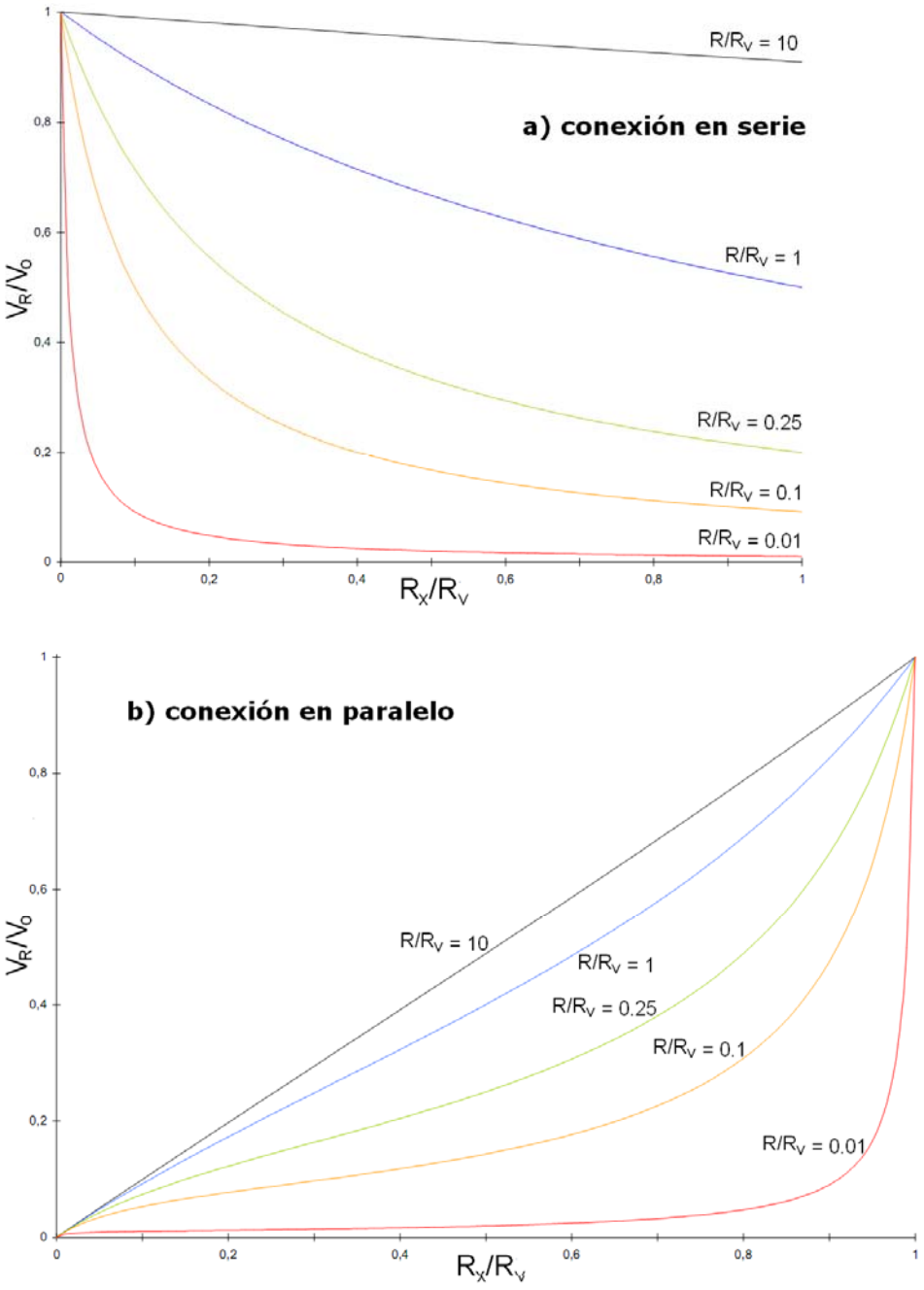


Fig.2: Variación de la tensión con el desplazamiento del cursor en la conexión en serie (a) y en paralelo (b)

Conclusiones

- La falta de linealidad en la graduación de las tensiones es muy similar en ambos modos de conexión del potenciómetro: en serie y en paralelo.
- En la conexión en serie, la linealidad se obtiene a expensas de una reducción drástica del rango de variación de la tensión.
- Creemos conveniente explicar y aplicar, en la medida de lo posible, recursos algebraicos como el descrito, porque son relativamente sencillos y ofrecen al alumno una importante herramienta metodológica. En efecto, la reducción de variables significativas y la conversión de las ecuaciones en expresiones adimensionales son procedimientos que destacan lo esencial de las relaciones cuantitativas, marcando la diferencia entre variables, por un lado, y constantes o parámetros, por el otro. De hecho, son muy aplicados en cálculo numérico porque simplifican los algoritmos y permiten resultados más generales.
- La conveniencia de un comportamiento lineal puede llevar a los alumnos a armar sus circuitos con los valores más bajos disponibles de R_V (resistencia total del potenciómetro), y consecuentemente circulará mucha corriente en las mallas. Por ello, debe recomendarse una planificación cuidadosa del circuito, y controlar que la corriente prevista no supere el límite admisible en ningún elemento del mismo.

Apéndice

Encuesta realizada a 42 estudiantes

Las figuras al dorso ilustran las dos conexiones posibles de un reóstato para obtener tensiones graduables: en serie (Fig.1) y en paralelo (Fig.2), con sus correspondientes fórmulas para la tensión aplicada a *R*. Se desea saber cuál ofrece una graduación más lineal de la tensión aplicada, entendiendo por lineal, que varíe en forma "suave", no abruptamente, a medida que se desplaza el cursor del reóstato. Reflexione y subraye la opción correcta:

I) a) El circuito de la Fig. 1 varía en forma más lineal. b) El circuito de la Fig. 2 varía en forma más lineal. c) Ninguno de los dos es más lineal que el otro. d) No sé.

II) Su respuesta anterior se basó en: a) Intuición o sentido común, porque no sabe analizarlos con precisión. b) Un análisis físico, matemático o lógico de cierto rigor. c) Alguien se lo dijo o lo leyó.

Gracias por su colaboración.

Resultados generales de la encuesta

I): a) 24 casos (~57%); b) 10 casos (~24%); c) 5 casos (~12%); d) 3 casos (~7%).

II): a) 26 casos (~62%); b) casos (~29%); c) 1 caso (~2%).

Discusión de la encuesta

- El problema planteado no era sencillo, y no se esperaba que fueran muchos los estudiantes que en una encuesta imprevista lo resolvieran en términos precisos. Antes bien, la expectativa era que tuvieran algún conocimiento previo del tema. Todos habían asistido a clases de teoría y de problemas de circuitos con resistencias, y todos habían armado, en el laboratorio, circuitos con fuentes variables (que se gradúan con potenciómetros de perilla) o con reóstatos. En particular, los estudiantes de ingeniería eléctrica y electrónica (~12% de la muestra), cursan paralelamente una asignatura donde diseñan y arman circuitos con potenciómetros y saben que sus características fundamentales son el valor de resistencia y el tipo de graduación (lineal o logarítmica). Resulta curioso, entonces, que la cuestión planteada parezca tan ajena al currículo e interés de los alumnos, como se deduce de que sólo uno subrayó el apartado II.c) (y lamentablemente, este único alumno no dio la respuesta correcta). Al parecer, la información recibida sobre el tema fue muy pobre o nula, y ellos tampoco se interesaron demasiado.
- La mayoría de los estudiantes cree que la conexión en serie es la que ofrece una graduación más próxima a la linealidad. Dado que la mayoría de las respuestas, según ellos declaran, se basa en intuición o sentido común, creemos probable que tal creencia radique en algún tipo de asociación intelectual entre sencillez de un esquema o de una ecuación, por un lado, y el concepto de linealidad, por el otro.

- La mayoría reconoce que no sabe hacer un análisis preciso, y unos pocos admiten abiertamente que no saben plantear el problema. Valoramos estas respuestas no sólo por la franqueza, sino por la objetividad y la humildad. La objetividad, por ser condición del conocimiento científico; la humildad, por ser una virtud moral que predispone al aprendizaje.

- Aunque, en promedio, entregaron sus respuestas en un lapso de 10-15 minutos, algunos estudiantes subrayan haber hecho un análisis de cierto rigor. Si es así, el 29% fueron eficientes, pero menos del 5% fueron eficaces.

- Sólo 5 estudiantes (~12%) dieron la respuesta correcta. Entre ellos, dos alegan haber hecho un análisis de cierto rigor, y los tres restantes contestaron por intuición o sentido común. A los dos primeros -o a cualquiera de ellos- les cabe, a nuestro entender, tres posibilidades: a) plantearon un análisis erróneo que por mera casualidad los llevó a una decisión correcta, b) tenían un conocimiento previo que no declaran, o c) son personas notablemente capaces.

En cuanto al acierto de los tres últimos, parece más una corazonada que una cosa razonada.

Incorporación de la Dinámica de Sistemas en el Laboratorio de Fisica

Vilte, Luis Adrián; Quiroga, María Luz;
Navarro, Silvia Inés

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Catamarca
silvinafacen@yahoo.com.ar

Resumen

La incorporación de herramientas computacionales a la enseñanza produce efectos beneficiosos siempre y cuando se aplique una eficiente metodología. Aquí se propone como alternativa la Dinámica de Sistemas, desarrollada por el profesor de ingeniería del MIT Jay Forrester, para analizar fenómenos dinámicos de cualquier índole, y que permite crear un ambiente adecuado de aprendizaje, en el que el alumno tiene la oportunidad de lograr una motivación al construir ideas científicas, que involucran el análisis cuali-cuantitativo del problema planteado orientado por principios e hipótesis, obtenidos de la experimentación y del planteo de las ecuaciones

matemáticas que definen la estructura conceptual del modelo simulable con la ayuda de la computadora. De esa forma se logró verificar las consecuencias de estos resultados, en relación con el comportamiento del sistema físico planteado.

Palabras Clave: Electricidad; Circuito eléctrico; Experimento; Dinámica de Sistemas.

Introduccion

El impacto de la tecnología computacional, no ha escapado a ninguna de las actividades del hombre y de la sociedad. El deslumbramiento por las características técnicas de estas nuevas herramientas, restaron un poco la atención, sobre la forma de cómo han de ser incorporadas a los procesos de aprendizaje, que superan en complejidad a la difusión tecnológica. La Dinámica de Sistemas (en adelante DS) fue inicialmente desarrollada por Forrester J. W. (1961), y se la considera un método multidisciplinario empleado para representar, modelar, simular y perfeccionar el aprendizaje de problemas dinámicos complejos. La estructura de la DS está formada por cuatro elementos básicos, que conforman los niveles, los flujos, la función de decisión y la información como base para las decisiones. Juntos estos cuatros elementos son capaces de describir las relaciones de causa-efecto, además emplean matemáticas en términos de ecuaciones diferenciales, y resultando versátil a la hora de llevar los modelos formales a simulación por computadora. Por tanto, el objetivo de este trabajo es analizar a través de la DS resultados experimentales desarrollados durante el estudio del transitorio del circuito RC. [3]

Marco Teórico

La estrategia didáctica empleada es lograr promover el aprendizaje significativo con la incorporación de la Dinámica de Sistemas, considerándolo dentro del contexto conceptual, procedimental y actitudinal; donde se procura explorar a partir de simulaciones los procesos científicos que refuercen el conocimiento del alumno, aportando significatividad al aprendizaje conceptual, y claves esenciales para generar transferencias positivas en el proceso, es decir, las simulaciones contextualizan la teoría a situaciones cotidianas, creando un marco adecuado para la generación de destrezas de *transferencia* en los alumnos. Con esto se pretende orientar, para generar destrezas y habilidades de aplicación a situaciones reales, prácticas e informales del conocimiento formal adquirido en el objeto de aprendizaje. Por otro lado, permitirle al alumno verificar y comprobar el nivel de comprensión de los conceptos, proporcionando un *feedback* inmediato que le permita analizar las fortalezas y debilidades de su aprendizaje [1]. La población que sirvió como referente para el estudio, fue el grupo seleccionado y conformado por alumnos de 4º Año del Profesorado en Física de la asignatura *"Seminario: Modelos Matemáticos como recurso en la Enseñanza de la Física",* de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCa.

Estudio experimental del fenómeno físico

En los circuitos eléctricos que cuentan con una fuente de tensión V, una resistencia (R) y un capacitor (C) en serie, ocurren fenómenos eléctricos vinculados con la variación de la tensión, que aporta a la fuente de tensión principal. El valor de R puede variar debido a factores externos, tales como la temperatura y la humedad; pero en la práctica, se considerar al valor de R como constante, siendo lineal la relación entre voltaje e intensidad, por tanto estos materiales que cumplen con la relación lineal de Ohm reciben el nombre de *materiales óhmicos*, mientras que los materiales que no cumplen se los llama *materiales no óhmicos*. Un capacitor está compuesto de dos placas paralelas, cuyo fin es almacenar la carga eléctrica (q); en ambas placas se genera un potencial, que varía de acuerdo al tiempo, permitiendo la carga y/o descarga, según sea el caso a evaluar. Cuando por ella no circule carga, el campo eléctrico generado entre las dos placas, ha de ser nulo, y por ello el potencial también será nulo. Consideremos el circuito eléctrico RC de la figura 1, donde (S) es el interruptor, (V) la tensión de la fuente, (i) la corriente que circula por el circuito, (R) resistencia, (C) capacitor, (V_R) caída de tensión de la resistencia, (V_C) caída de tensión del capacitor, (V_{AB}) diferencia de tensión entre A y B. [7] y [9]

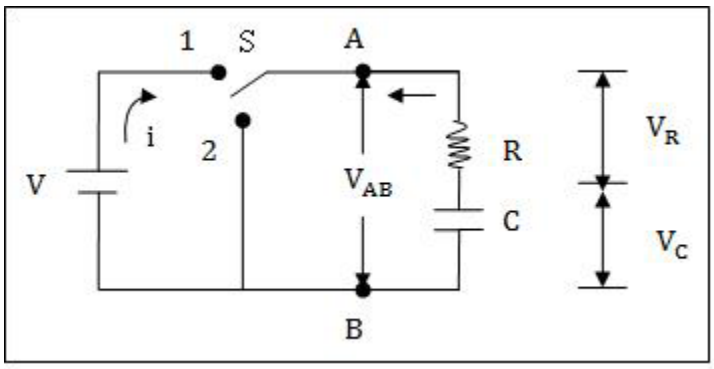


Figura 1. Esquema del circuito eléctrico RC.

Por tanto, teniendo en cuenta las distintas posiciones que se considera en el circuito eléctrico que está conectado a una fuente de tensión continua, se obtienen:

Posición 1: Fenómeno transitorio en la Carga del Capacitor en t=0.

El capacitor comienza a cargarse, debido a la corriente suministrada por la fuente V, obteniéndose:

$$V_R = R\,i = V\,e^{-t/RC} = V\,e^{-t/\tau_C} \qquad (1)$$

Mientras la carga en el capacitor será:

$$q = VC + K\,e^{-t/RC} \qquad (2)$$

El termino VC se denomina *componente forzada ó de régimen de la carga* y está determinada por la tensión aplicada al circuito, y se denota Q_f. El término $K\,e^{-t/RC}$ se denomina *componente natural*

o transitoria; y la constante K está determinada por las condiciones de frontera de la carga; en la que se obtiene:

$$q = Q_f\left(1 - e^{-t/RC}\right) \qquad (3)$$

Así, la tensión y la corriente en el capacitor durante el proceso de carga serán:

$$V_C = \frac{Q}{C} = V\left[1 - e^{-t/RC}\right] = V\left[1 - e^{-t/\tau_C}\right] \qquad (4)$$

$$i_C = \frac{V}{R} e^{-t/RC} \qquad (5)$$

Posición 2: Fenómenos transitorio en la Descarga del Capacitor en $t=t_1$.

En este caso, el capacitor comienza a entregar al circuito la energía almacenada y comienza el proceso de descarga. Mediante la aplicación de la segunda Ley de Kirchhoff al circuito, se obtiene:

$$V_R = Ri = -V e^{-t/RC} = -V e^{-t/\tau_C} \qquad (6)$$

$$V_C = \frac{Q}{C} = V e^{-t/RC} = V e^{-t/\tau_C} \qquad (7)$$

$$q = K' e^{-\frac{(t-t_1)}{RC}} = -VC e^{-\frac{(t-t_1)}{RC}} = -Q_f e^{-\frac{(t-t_1)}{\tau_C}} \qquad (8)$$

Por tanto, las gráficas de estas expresiones y la relación entre la tensión aplicada V_{AB} al circuito, la tensión del condensador V_c y la corriente i, se muestran a la figura 2.

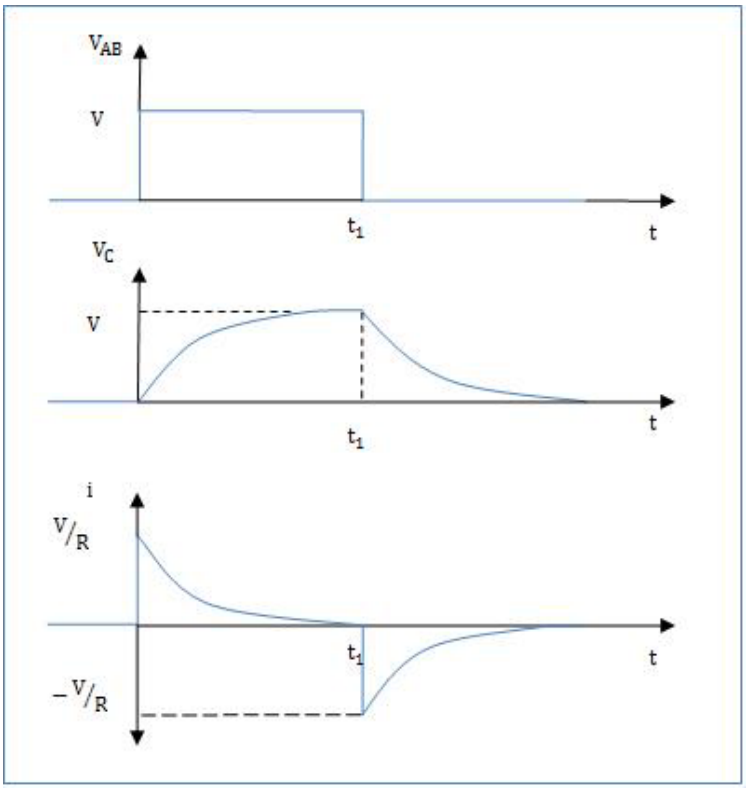


Figura 2: Gráfica de V_{AB} , V_C e i del capacitor.

Respecto a la constante de tiempo $\tau=RC$ se la obtiene gráficamente trazando la pendiente de la recta tangente a la curva de descarga del capacitor, cuyo valor nominal es del 37%, donde la carga q que el capacitor alcanza su máximo valor, en el tiempo $t=5\tau$ es de $V_C=0,99V$. Por tanto, la tensión alcanzada en el capacitor es del 99% de la tensión aplicada V; entonces en este trabajo, se medirá los valores de τ_d la constante de tiempo de la descarga del capacitor para luego realizarle el ajuste respectivo. [8]

La Dinámica de Sistemas como recurso de enseñanza

Davidsen P.I. (1993) expresa *"la Dinámica de Sistemas es un método, usado en el estudio de sistemas complejos y dinámicos. Sus cualidades pedagógicas están bajo investigación en varios países... nuestra meta final es dar a nuestro estudiantes una manera efectiva para pensar sobre sistemas complejos y dinámicos. De este modo, queremos cambiar su estilo cognoscitivo. Más allá de establecer una base de valores, actitudes y conocimiento de hechos, nuestras escuelas influencian de manera significativa la forma en que cada uno de nuestros estudiantes pensarán... motivamos a nuestros estudiantes a convertirse en usuarios críticos de modelos y a examinar las suposiciones que forman la base de los modelos, utilizados con fines profesionales. Deben respetar la complejidad y la variedad de la vida real y examinar soluciones sencillas a problemas complejos".*

Por ello, la DS constituye un lenguaje que consiste en instrucción, símbolos y signos útiles, para la representación de las formas del pensamiento científico, definiendo los siguientes conceptos:

Sistema: es un todo estructurado por partes, donde el todo no es una aglomeración de partes, sino una unidad en la que ellas están organizadas y conectadas de manera *estructurada*. Esta estructura es por lo general muy compleja, pero puede ser estudiada por subsistemas, no por separación o clasificación de las partes, sino por la consideración del sistema a diferentes niveles de agregación; cuando se desvincula una variable, se está incorporando al modelo del sistema la complejidad existente detrás de tal variable.

Estructuras complejas: son los elementos del sistema que representan causa-efecto, conformando cadenas cerradas denominadas *ciclos de realimentación*, en las cuales el comportamiento de una variable influye en las demás, y puede llegar a afectarse a sí mismo al transmitirse la consecuencia de la acción por toda la estructura causal.

Diagrama causal: se reconocer las variables que intervienen identificando la dependencia e independencia entre ellas.

Diagramas de Forrester: son soporte para ir de la conceptualización de un fenómeno, visto como sistema, a su representación en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias.

En nuestro caso, estas ecuaciones pueden aplicarse a los procesos de carga y/o descarga de un capacitor, haciéndola versátil a la hora de llevar modelos formales a simulaciones en la computadora.

Modelización usando herramientas informáticas

Existen programas informáticos capaces de elaborar modelos estructurales de sistemas. A ellos se les puede agregar el modelo matemático que describe la DS de ese sistema. De esta forma se consigue obtener un ***modelo dinámico*** de tal sistema [5]. El programa que utilizamos en nuestro trabajo, es el

software Vensim PLE 5.11, que consta de cuatro etapas fundamentales:

1. *Elaboración del modelo estructural del sistema*: En este paso deben incluirse en el modelo todos los elementos representativos del sistema, estableciendo las relaciones que existen entre ellos.
2. *Introducción del modelo matemático*: Permite introducir las expresiones descriptivas del comportamiento de cada variable, las unidades, sus valores iníciales, sus rangos de variación y la ecuación diferencial.
3. *Ejecución de la simulación*: Una vez introducido el modelo matemático, el programa comprueba su coherencia y permite resolver las ecuaciones del mismo en el intervalo temporal que previamente hayamos definido.
4. *El resultado*: se ejecuta el modelo matemático de manera gráfica y/o analíticamente.

Metodologia

Procedimiento experimental

Se trabajó con una metodología experimental, permitiendo confrontar valores obtenidos con la formulación matemática del modelo propuesto por Nieva C.R., Navarro S.I. y Juárez G.A. (2013). El objetivo de la experiencia fue, determinar la carga y/o descarga de un capacitor en un circuito eléctrico RC, a partir del registro de valores experimentales y de valores simulados, de las variables que se determinará por medio de la DS a través de su simulación. Si bien, la tensión en el capacitor

es la misma tensión que mide el voltímetro, supondremos que es aproximadamente proporcional a la corriente $V/R+r_v$, entonces la tensión del capacitor es:

$$V_c = \frac{V}{R/r_V + 1}\left(1 - e^{-t/\tau}\right) \quad (9)$$

Además, la carga en el capacitor $R/r_v+1<<1$, es decir, la R a utilizar debe ser mucho menor a la resistencia del voltímetro r_V cuya magnitud consideramos de un 1[MΩ]; si elegimos un capacitor de 4700[μF] y la reemplazamos en la ecuación del tiempo de carga del capacitor t=5RC considerando que es de 120[s] se obtiene R=5106[Ω]. Por tanto, se decide escoger una R de valor más alto respecto al tiempo de carga, obteniéndose R=10[KΩ] (nominal); R= (10,11±0,01)[KΩ] (real). Con esta resistencia, logramos un valor de tiempo de carga del capacitor de 237,5[s]; ya con los elementos seleccionados, se procede al armado del circuito tal como se muestra en la figura 3:

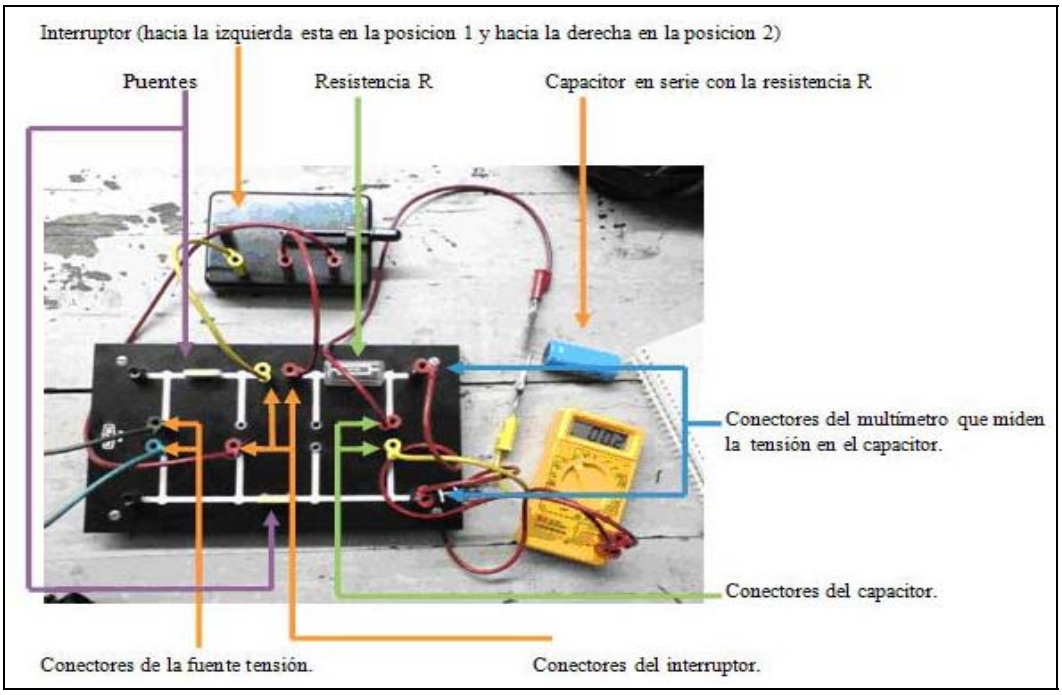


Figura 3: Armado del circuito eléctrico RC

Mediciones realizadas

Con el circuito a disposición, se procede a medir los tiempos de carga del capacitor; para ello se mide 40[V] de tensión aplicados por la fuente, luego se baja el interruptor a fin de que el capacitor se cargue. De manera similar, se procede para la descarga del capacitor; donde el interruptor se lo abre y la tensión aplicada V ya no actúa y el capacitor comienza a descargarse; en ambos casos se miden en intervalos de 5[V] los tiempos de carga y/o descarga. Por último, se intercambia la fuente de tensión continua por un generador de ondas, al que se le varía la frecuencia dentro de un rango determinado; para ello se utilizó un osciloscopio Philips PM3050-60 MHz, para visualizar la onda generada y así medir el valor de τ.

Resultados

Se propone en este trabajo, aplicar un modelo matemático bajo DS, que represente la carga y/o descarga de un capacitor, obtenidas por medio de datos experimentales, utilizando para cada una de las curvas obtenidas de ajustes empleando el método de mínimos cuadrados, considerándola a cada una como función exponencial acotada, [2]. Partiendo de la ecuación que representa el comportamiento de la carga del capacitor definida en (4), se procede a realizar el ajuste del modelo obteniéndose la ecuación a la curva exponencial estimada para la carga que es $V=36,70405(1-e^{-0,0157t})$ cuya gráfica se muestra en la figura 4, y donde el coeficiente de correlación lineal es $R^2=0,6921$.

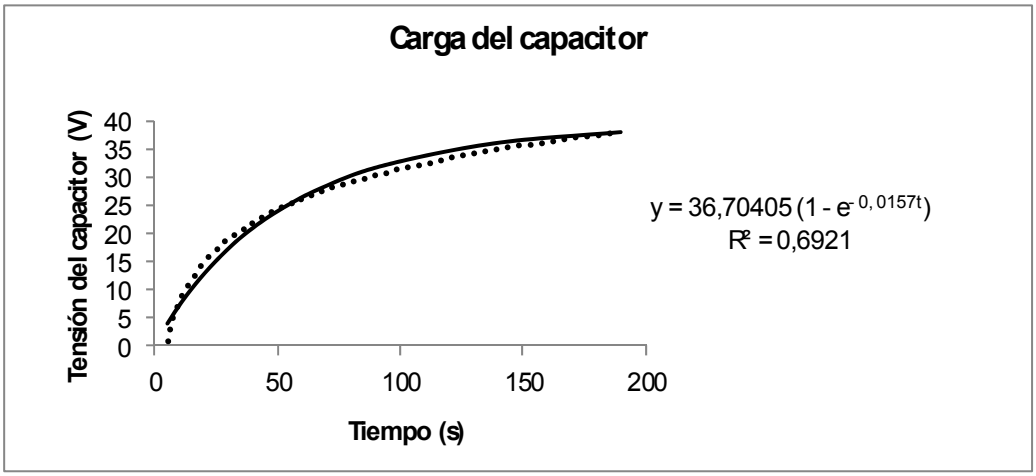


Figura 4: Datos experimentales de Carga [__] Ajuste de Curva […]

De manera similar, se procede con la descarga del capacitor definida en (7), y se procede a realizar el ajuste del modelo a la curva exponencial estimada para la descarga, siendo $V=37,529e^{-0,019t}$ tal como se muestra en la figura 5, donde el coeficiente de correlación lineal es $R^2= 0,999$ próximo a 1.

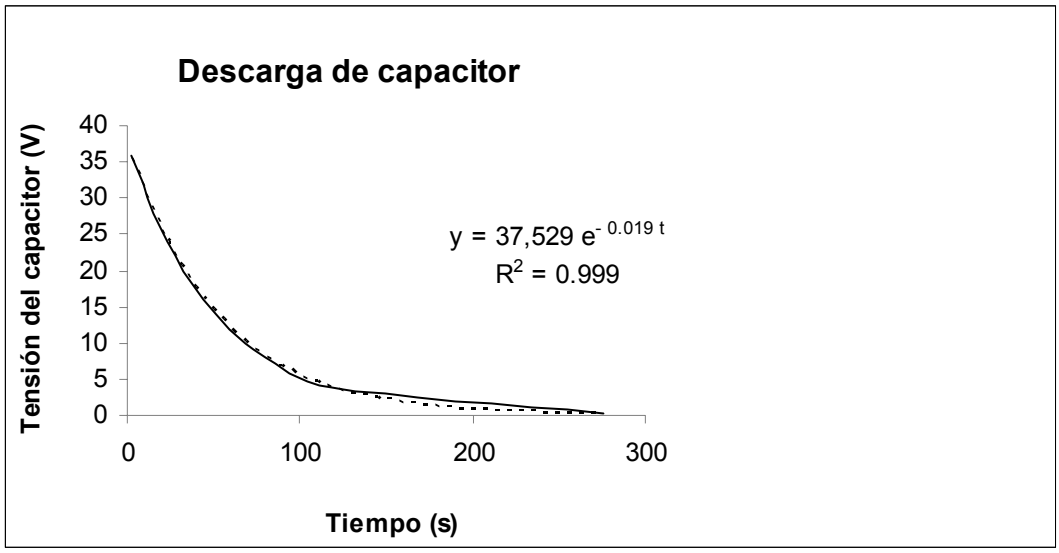


Figura 5: Datos experimentales de la descarga [_] Ajuste de Curva […]

De igual manera, procedemos a realizar el ajuste del modelo para el tiempo de descarga del capacitor $\tau_d=-RC$ que es del 37% de la tensión aplicada; así los valores de este tiempo se obtiene $\tau_d=-(t-t_1)/\ln(V/V_C)$ con $t_1=0$. Por tanto, el valor promedio es $\tau_d=(45,6\pm0,1)[s]$ (experimental), asimismo se lo calcula por el método teórico lo cual se obtuvo $\tau_d=47,4[s]$ (teórico). Para corroborar el valor de τ_d en la descarga, se tomó el valor ya calculado $V_0=37,52[V]$, donde la ecuación que mejor se ajusta a la curva de descarga del capacitor es $y'_i=-0,01903t_i+0,00035$ tal lo muestra la figura 6.

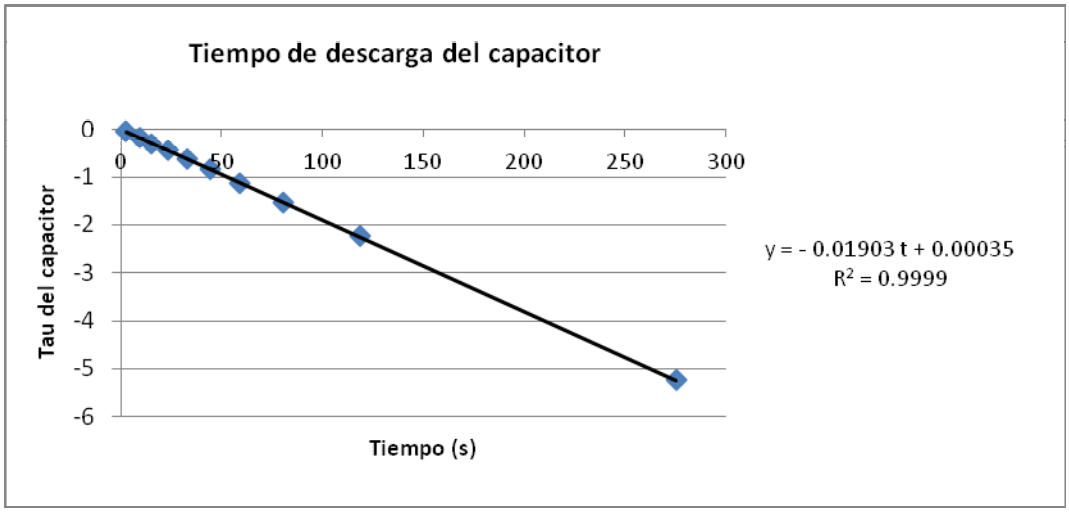


Figura 6: Gráfica del tiempo de descarga del capacitor.

Simulación en Dinámica de Sistemas

Una vez que se obtuvo las curvas de cargas y descargas mediante ajuste de los datos experimentales, se propone aplicar el modelo bajo DS. Definimos ahora tal sistema, mediante el Diagrama de Forrester constituido por las siguientes variables: la carga y descarga del capacitor a través de una carga fina Q_f y otra mínima Q_m, las constantes de tiempo RC tanto para carga y descarga, y el nivel de carga del capacitor que se incorpora en las definiciones de carga y descarga. Cuyo comportamiento dinámico en la estructura del sistema, se lo analiza por medio de bucles para lograr la retroalimentación o feedback, tal como se presenta en la Figura 7.

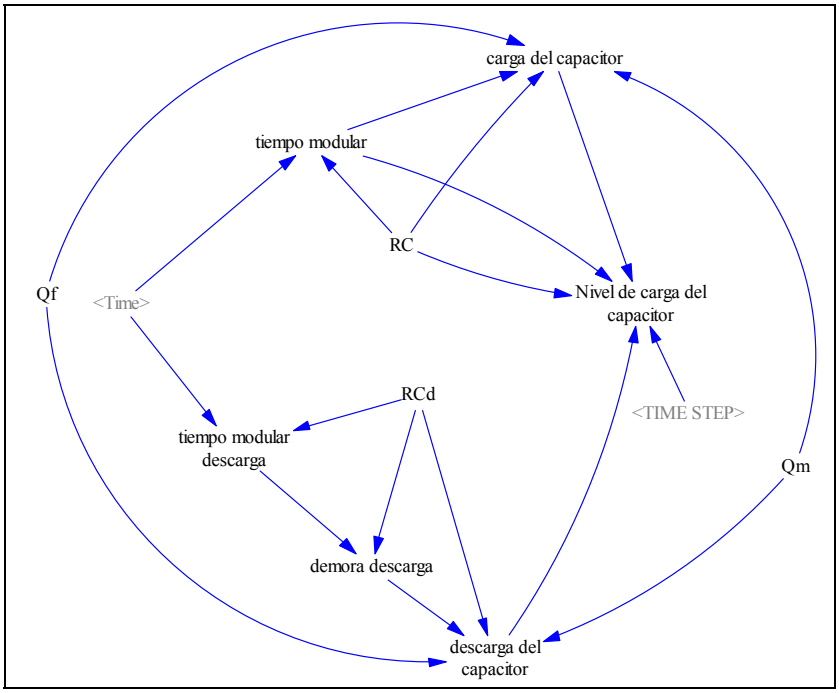


Figura 7: Diagrama de Forrester de carga y descarga del capacitor

Al realizar la corrida del programa definida en la figura 7, se aplican los ajustes obtenidos de la carga (fig.4) y descarga (fig.5) del capacitor, donde al alimentarse el circuito RC con una fuente de tensión de 40V el capacitor empieza a cargarse a través de la resistencia de carga; al llegar éste a un cierto valor de tensión de carga, empieza a conducir y el capacitor se descarga a través de la resistencia de descarga; cuando la tensión del capacitor ha descendido hasta un cierto valor crítico de tensión, deja de conducir y se inicia un nuevo proceso de carga y de descarga. Así la simulación permite representar gráficamente el experimento realizado. Además, se destaca que la constante de tiempo τ=RC, aquí considerada una para la carga y otra para la descarga, da la medida de velocidad de carga y/o descarga del capacitor; y observándose que cuando ésta es

pequeña el capacitor se carga rápidamente y cuando es más grande toma más tiempo, tal lo muestra la figura 8.

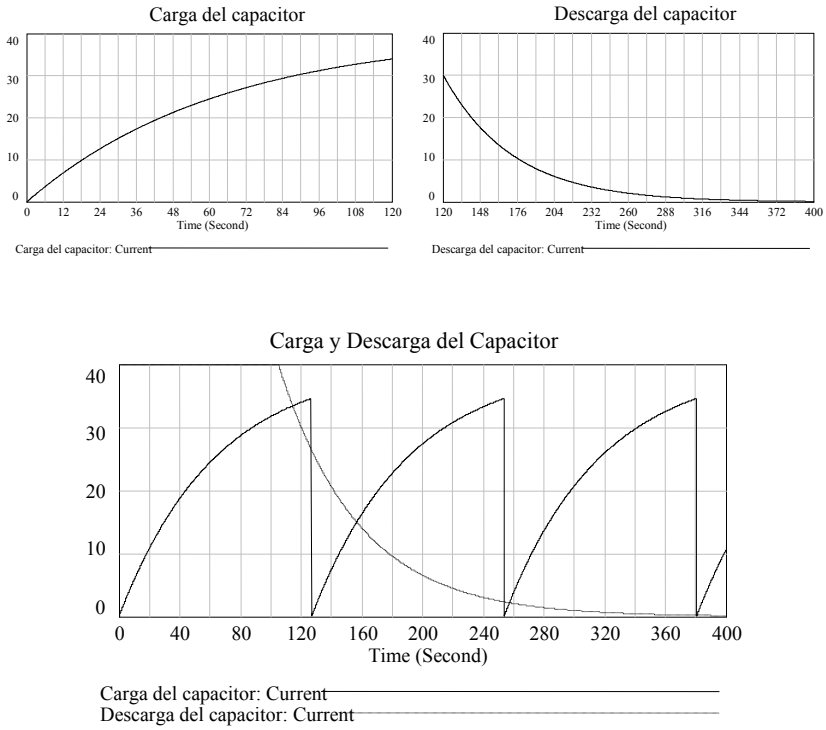


Figura 8: Muestra la Simulación Dinámica usando el software VENSIM PLE 5.2 de: carga, descarga (por separado) y del conjunto de carga-descarga del capacitor respecto a la constante de tiempo RC.

Conclusión

El objetivo principal de este trabajo fue lograr visualizar mediante la DS procesos físicos dados experimentalmente; en particular al observar y comprobar los fenómenos transitorios que se tienen en un circuito RC, cuando se aplica una tensión, produciendo procesos de carga y descarga del mismo, y con ello

determinar las curvas características de dicho proceso por medio de cálculos. Asimismo los valores que se han obtenido en cada una de las experiencias, están considerados dentro de un orden de magnitud aceptable. Mediante la aplicación del modelo matemático y la simulación llevada a cabo nos permitió corroborar la efectividad de la curva hallada de manera teórica concuerda con la de la simulación.

Como resultado se observó, que el alumno logra la motivación para incorporar las ciencias experimentales mediante el desarrollo de proyectos de laboratorio, complementándolo en forma útil para adquirir un aprendizaje significativo.

Bibliografia

[1] Aduriz-Bravo, A; Izquierdo-Aymerich, M. (2009), Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales *REIEC*, Año 4 Nº Especial 1 pp. 40-49

[2] Juarez G. A., Navarro S.I. (2007) *Ajuste de dato a curvas.* Material didáctico disponible en la cátedra Seminario del Profesorado en Física – FACEN - UNCa.

[3] Forrester J. W. (1992) *La Dinámica de Sistemas y el Aprendizaje del alumno en la educación escolar.* Traducido al español por el Grupo de DS del ITESM. México. Revisión de la traducción por Martín Gracia J. Barcelona – España. Junio 2000.

[4] Davidsen, P.I., Bjurklo, M., Wickström, H. (1993). Introducing system dynamics in schools. System Dynamics Review, 9:2 (Summer 1993), pp. 165-181, J. Wiley & Sons

[5] Martín García, J. (2002) *Dinámica de Sistema.* Universidad Politécnica de Catalunya. Cátedra UNESCO. Editorial UPC. Barcelona. España.

[6] Nieva C.R., Navarro S.I., Juárez G.A., (2013) *Modelo Dinámico del comportamiento eléctrico del corazón*. Aceptado para publicación en el Boletín de Dinámica de Sistemas (BADS) – Editorial UPC. Barcelona. España.

[7] Sears F.W. (1980) *Electricidad y Magnetismo*. Editorial Aguilar.

[8] Serway R.A., Faughn J.S. (2001) *Física 5ta edición*. Editorial Prentice Hall. México.

[9] Tipler P.A., Mosca G. (2005) *Física para la Ciencia y la Tecnología*. Vol. 2 – 5° Edición. Editorial Reverté S.A. Barcelona. España.

Incorporación de las TICs en el Aula como un Cambio en la Enseñanza Tradicional a Nivel Metodológico y Actitudinal

Pérez Carmona, Ma. del Carmen[(1)]; Esper, Lidia B.[(1)].; Zagarese, Julio F.[(2)]; Tannuré Godward, Benjamín[(1)].

1: Facultad de Ciencias Naturales e I.M.Lillo. UNT

2: Instituto Técnico de Aguilares. UNT

macapeca2007@gmail.com

Resumen

En el siguiente trabajo se presentan acciones concretas para el estudio de oscilaciones y ondas mecánicas, en un curso de Física básica, con el objetivo de incorporar las Tecnologías de Información y Comunicación TICs, mediante un Entorno Virtual de Aprendizaje. Se presenta un modelo de enseñanza presencial apoyado por recursos de Internet denominado b-learning. Se trata de que la incorporación de las TICs en el aula suponga un cambio en la enseñanza tradicional a nivel metodológico y actitudinal tanto para los profesores, como para los propios

alumnos. Se espera que con esta modalidad de trabajo, los alumnos aprendan a aprender.

Palabras Clave: Enseñanza; Aula Virtual; TICs; B-learning; Oscilaciones y ondas mecánicas

Introducción

En éste trabajo se presentan acciones concretas para el estudio de oscilaciones y ondas mecánicas en el marco de un curso de Física básica, asignatura de segundo año de la carrera de Geología, de la Facultad de Ciencias Naturales e IML., en la que, desde el año 2012, se ha incorporado el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación TICs, mediante un Entorno Virtual de Aprendizaje desarrollado con una Plataforma LMS (o Sistema de Gestión de Aprendizaje) de Software Libre y gratuito llamada Moodle (Software libre aplicado a contextos educativos, ofrece posibilidades que pueden favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de los destinatarios, de sus necesidades, su nivel de formación ya que puede ser modificado y adaptado en función de los intereses y de los objetivos que persigan los docentes. Es un paquete de software libre para la creación de cursos y sitios Web basados en Internet. Consiste en un proyecto diseñado con la filosofía de la educación social constructivista).

Marco Teórico

Este es un nuevo modelo de enseñanza presencial apoyado por recursos de Internet presentado por Area Moreira (2009) denominado ***b-learning (Blended Learning),*** donde no se trata solo de agregar tecnología a clase, sino de reemplazar algunas actividades de aprendizaje con otras apoyadas con tecnología. *Es decir, se trata de un modelo compuesto por instrucción presencial y funcionalidades del aprendizaje electrónico o e-learning, con la finalidad de potenciar las fortalezas y disminuir las debilidades de ambas modalidades (*Bossolasco y col., 2010)

Consiste en la "yuxtaposición o mezcla entre procesos de enseñanza-aprendizaje presenciales con otros que se desarrollan a distancia mediante el uso del ordenador….", "….El aula virtual no sólo es un recurso de apoyo a la enseñanza presencial, sino también un espacio en el que el docente genera y desarrolla acciones diversas para que sus alumnos aprendan: formula preguntas, abre debates, plantea trabajos, …", "…En este modelo se produce una innovación notoria de las formas de trabajo, comunicación, tutorización y procesos de interacción entre profesor y alumnos".

"La enseñanza semipresencial o blearning requiere que el docente planifique y desarrolle procesos educativos en los que se superponen tiempo y tareas que acontecen bien en el aula física, bien en el aula virtual sin que necesariamente existan interferencias entre unas y otras. Asimismo el profesor debe elaborar materiales y actividades para que el estudiante las desarrolle autónomamente fuera del contexto clase tradicional. Evidentemente dentro de este modelo existen variantes o grados en función del peso temporal y de trabajo distribuido ente situaciones presenciales y virtuales." (Area Moreira, 2009).

Se trata de que la incorporación de las TICs en el aula suponga un cambio en la enseñanza tradicional a nivel metodológico y actitudinal tanto para los profesores, como para los propios alumnos.

Distintas investigaciones sobre el aprendizaje de conocimientos científicos indican que es un proceso activo en el que los estudiantes construyen y reconstruyen su propio entendimiento a la luz de sus experiencias (Hodson, 1994). Al hacer selecciones y llevar a cabo estrategias, los científicos utilizan un tipo adicional de conocimiento que sólo puede ser adquirido con la práctica de la ciencia, esencia del saber hacer del científico creativo. Si el objeto de elaborar teorías científicas es la explicación y predicción, entonces los estudiantes deberían ser estimulados de modo de poner a prueba la propia capacidad de explicación y predicción. A su vez, al facilitar que los alumnos lleven a cabo sus propias investigaciones se contribuye a desarrollar su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y su reflexión sobre el propio aprendizaje personal (Novak, 1990). Por ello puede resultar más productivo comenzar por los problemas tipo ingeniería, con apoyo tecnológico, y luego pasar a los más científicos.

Aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar modelos. Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997) establecen cinco metas a lograr con la educación científica: a) el aprendizaje de conceptos y construcción de modelos, b) el desarrollo de destrezas cognitivas y razonamiento científico, c) el desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas, d) el desarrollo de actitudes y valores, e) la construcción de una imagen de la ciencia. La meta de la educación científica debe ser que el alumno conozca diversos modelos para la interpretación y comprensión de la naturaleza. Debe ayudar a que el alumno construya sus propios modelos

pero también a que pueda interrogarlos o redescribirlos, a partir de los elaborados por otros, ya sean sus propios compañeros o científicos eminentes.

Cada persona construye un modelo representacional del mundo que le permite darle sentido. Estos modelos están compuestos por una serie de constructos personales interrelacionados o hipótesis provisionales del mundo (Pozo y Gómez Crespo, 2000). Un modelo conceptual en física es concebido, entonces, como una representación posible del mundo real. De ese modo, gran parte de la comunidad científica y educativa en ciencias, acepta la idea del conocimiento no como aproximación a la verdad sino como un acceso al mundo (Lombardi, 1999).

La introducción del medio informático, para aprender a aprender posibilita modificar la situación de las actividades en donde los estudiantes pueden aprender fuera del aula, por sí mismos, y con un acceso fácil y directo a los datos que buscan (teoría, resolución de problemas…) desde casa o desde cualquier ordenador. Constituye un recurso didáctico muy amplio, que a la vez fomenta la creatividad (creación de blogs, de wikis...) En este sentido se ajustan muy bien al enfoque por tareas. En general usar Internet o programas informáticos en clase motiva mucho a los alumnos, porque lo perciben como una manera más entretenida de trabajar, sea por el grafismo atractivo, o por su carácter interactivo (en tiempo real).

Aprender a aprender, modelo de enseñanza centrado en el alumno, se puede aplicar muy bien usando las TIC. Se trata de dar importancia no sólo al producto del aprendizaje sino también al proceso. En ello interviene el profesor con nuevos roles, tanto en el aula "clásica" como en el aula de informática. La principal ventaja de las TIC sobre los recursos tradicionales en la docencia de Ciencias Naturales es que forman parte de un ámbito en el

que los alumnos muchas veces no son completamente autónomos. Se piensa que en informática, la mayoría de los usuarios es autodidacta y a partir de ahí, ya resulta más fácil transmitir a los estudiantes la idea de ser autónomo en el aprendizaje.

Plan de Acción

En el año 2012 se incorporo esta nueva modalidad en el dictado de la asignatura Física I. No se trabajaron todos los temas por razones de tiempo.

Objetivo General

- Proporcionar un conjunto de experiencias y conocimientos teóricos-prácticos acerca del Movimiento Armónico Simple (M.A.S.) y de las ondas mecánicas, mediante la consideración de situaciones simples e imaginarias donde se utilicen elementos multimedia, con el fin de comprender el comportamiento y naturaleza de las ondas sonoras.

Objetivos específicos

- Percibir el concepto de onda mecánica y conocer las relaciones entre las magnitudes físicas para su descripción.
- Entender el significado de ondas mecánicas estacionarias en una cuerda.

- Explicar las propiedades, comportamientos y efectos de las ondas mecánicas en sólidos, líquidos y gases, mediante la realización de experiencias que conduzcan a la determinación de las magnitudes, unidades y regularidades de las ondas.
- Comprender el fenómeno de interferencia constructiva y destructiva así como los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción.
- Leer, interpretar y visualizar diferentes situaciones donde se involucran oscilaciones y fenómenos ondulatorios.
- Relacionar variables en un modelo matemático, guiándose con la teoría y llevando a cabo un cambio de variable para un análisis lineal.
- Analizar efectos sonoros a partir de situaciones reales e imaginarias, con el fin de dar interpretaciones físicas adecuadas de los fenómenos físicos involucrados.

Actividades Presenciales

La propuesta didáctica que se presenta combina, por un lado, 2 clases presenciales, de 2 horas cada una, tradicionales y, por otro lado, complementa la actividad de la clase tradicional con la utilización de una plataforma e-learning. La experiencia puede repetirse la cantidad de veces que se considere necesario con diferentes condiciones iniciales.

El contexto para soporte de enseñanza y aprendizaje a distancia utilizada es la plataforma de acceso libre proporcionada por la UNT.

Posibilita la selección de diferentes recursos para emplearse en el desarrollo del curso. Así permite contar con un portafolio personal que puede ser visualizado por otros integrantes (estudiantes y/o docentes, accesos que se modifican a voluntad). De ese modo se facilita la producción grupal, por ejemplo, en los trabajos experimentales. Otras herramientas proporcionadas por el contexto son: propuesta de actividades, soporte de material de apoyo, sección de lecturas administradas por los docentes, apartado de preguntas frecuentes, mural.

Permite desarrollar foros de discusión y salas de conversación sincrónicas (chat), que se establecen por agenda. Cuenta con un correo interno y con herramientas administrativas que permiten realizar diversas actividades (control de frecuencia y número de accesos de los participantes a las diferentes herramientas).

Primer Paso

Creación de la Plataforma Moodle

Los alumnos podrán contar con esta extraordinaria herramienta para comunicarse con el profesor y con otros alumnos, incluso con otras comunidades de aprendizaje. Tendrán la posibilidad de acceder a las actividades y recursos de aprendizaje desde cualquier lugar en cualquier momento.

La plataforma permitirá al docente crear actividades de aprendizaje, depositar materiales, evaluaciones, etc.; auxiliar en el seguimiento del alumno, en la asignación de calificaciones, tareas etc.

Primera clase: Presencial (2 horas)

Se forman grupos de alumnos, de forma aleatoria, de entre 5 y 6 personas, los cuales, a partir de ese momento, trabajaran juntos todas las actividades de grupo prevista a lo largo del tema. Para que la actividad de trabajo colaborativo sea evaluada de forma positiva, no sólo se tendrá en cuenta el contenido sino también la forma de relacionarse y trabajar el grupo, en concreto, que se haya llevado a cabo a través de la carpeta compartida, a la que en cualquier momento el profesor puede visitar.

Se presentan la modalidad de trabajo, los objetivos y la teoría de la unidad.

Segunda clase: Presencial (2 horas)

Se revisan y evacuan dudas de la resolución de problemas.

Modulo 1: Teoría (a distancia). Duración: 2 días

Leer los siguientes artículos:

- Dr. Arnaldo González Arias, Dpto. Física Aplicada, UH

  http://www.fisica.uh.cu/bibvirtual/fisica_aplicada/fisica1y2/fisica1/pdf/cap8.pdf

- Manuel Fernández Sánchez

  http://intercentres.cult.gva.es/iesleonardodavinci/fisica/Ondas/Ondas_mecanicas.pdf

  Para ampliar conocimientos

http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap01c.htm

http://www2.alejandria.cl/videos/recomienda/08octubre2.htm

Actividad 1

Buscar en la red artículos sobre fenómenos naturales donde se manifieste la mecánica ondulatoria.

Modulo 2: Actividades en grupos: a distancia

Actividad 2.1: Duración 3 días

Ver los videos

http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/MovOnd/index.htm

http://fisic.jimdo.com/cursos/primero-medio/i-ondas-y-sonido/

Bajar los archivos Pdf: Presentación de Ondas y Guía de ejercicios de ondas y vibraciones.

Resuelvan en el foro creado para esta actividad, los problemas propuestos y discutan en la Wiki si están en desacuerdo con la resolución de alguno de los problemas propuestos.

Una vez resueltos todos los problemas subirlos en archivos Pdf.

Actividad 2.2: Duración 2 días

Ver el video que está en la siguiente página

http://www.youtube.com/watch?v=ip07NDEOPJ4&feature=player_embedded

Cada alumno del grupo busca un video similar en youtube y entre todos eligen uno para que puedan verlos todos los alumnos del curso.

Actividad 2.3: Duración 2 días

Para afianzar conceptos

Vea los siguientes videos y en base a estos y a la teoría elabore una definición para cada uno de los siguientes fenómenos: Reflexión, refracción, principio de superposición, interferencia y difracción

http://www.youtube.com/watch?v=ic73oZoqr70&NR=1&feature=fvwp

http://www.youtube.com/watch?v=4EDr2YY9lyA&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=5PmnaPvAvQY&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=eEp6MG55K3g&NR=1&feature=fvwp

La forma de organizar el tema ha sido mediante carpetas, editándose una por cada sub-tema de la unidad temática, dentro de la cual se cuelga el material y bibliografía necesaria para el estudio de los contenidos en concreto, se establecen enlaces con páginas web relacionadas con el tema y, en función, de la actividad que este programada, los materiales necesarios para llevar a cabo dicha actividad.

Para la realización de las actividades de trabajo colaborativo se creó una carpeta por cada grupo de trabajo.

Para la entrega de las distintas actividades programadas, se habilitó una carpeta especial, con el nombre de "Entrega de trabajos", para la que se concedió permiso a todos los estudiantes para entrar y dejar sus trabajos colgados, pero sin que puedan abrir, ni modificar ni bajar los trabajos que otros compañeros hayan dejado con anterioridad.

Para que los estudiantes conozcan el plan de trabajo concreto, se utilizó la herramienta "Agenda", que cada alumno podía consultar siempre que lo necesitaba, y en la que constaba, desde el inicio del curso, cuando y de qué modo se trabajaba cada contenido y las fechas de las actividades que debían realizar o entregar. De esta forma, el alumno no se sintió perdido ni sorprendido con actividades o entregas imprevistas, sino que tenia la posibilidad de organizarse en función del ritmo del curso programado.

Por último, se habilitó la herramienta de Mensajes, como canal de comunicación, y que les permitía enviar mensajes entre cualquiera de los miembros que formaban parte de la asignatura, profesor y alumnos, de forma individual o colectiva. Además, el profesor tenía la posibilidad de configurar estos mensajes como noticias, cuya difusión alcanzaba a todos los miembros del grupo.

También se creó el apartado "Evaluación", el sistema de evaluación de la misma se le informará al asistir a la primera clase del tema, que es presencial, a evaluación será continua. Se evaluará los conocimientos adquiridos, las competencias y habilidades desarrolladas por el alumno y la evolución personal de cada uno, no en referencia al nivel de la clase, sino en relación con su condición previa. El seguimiento de las

cuestiones se evaluará mediante la realización y entrega de al menos el 70% de las actividades previstas, a lo que se han de añadir una serie de tutorías grupales. Este sistema implica que el alumnado, motivado por el reflejo que tiene en la nota de la asignatura, participe activamente en todas las actividades propuestas.

Resultados y Conclusiones

El instrumento utilizado para recoger la información relativa a la Dimensión de análisis Enseñanza-Aprendizaje con TIC fue una Encuesta aplicada a 40 estudiantes de segundo año de la carrera de Geología que cursaban Física I.

Las preguntas y análisis de cada una de ellas fueron:

1. ¿Cuántas horas al día usas la computadora?

a. Más de 6 hs.	13 estudiantes.....	32,5%
b. De 4 a 6 hs.	12	30%
c. De 2 a 4 hs.	18	20%
d. De 1 a 2 hs.	3	7.5%
e. Menos de 1 h.	4	10%

De los estudiantes Encuestados 32,5% usa la computadora más de 6 hs, seguido de un 30% que la usa entre 4 y 6 hs, 20% de 2 a 4hs por día, 7,5% de 1 a 2 hs y un 10% menos de 1 h. Se extrae que la diferencia entre el uso diario de la computadora entre2 y más de 6 hs no es grande, en cambio son pocos los que reconocen que la utilizan menos de una hora,

de todas maneras se deduce que todos los estudiantes encuestados hacen uso de un equipo.

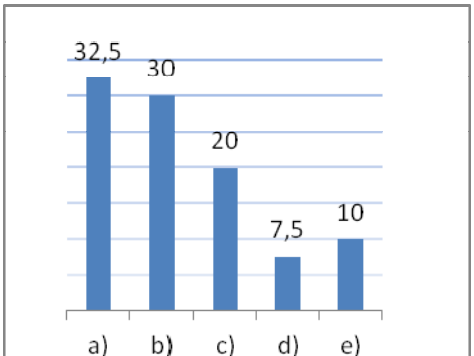


Figura 1: gráfico % ítem 1

2. ¿Cuál es la actividad para la que más usas la PC?

a. Ayuda para realizar trabajos académicos:

12 estudiantes.....30%

b. Búsqueda de información no académica:

4.....10%

c. Para jugar: 18 .....45%

d. Para comunicarme con amigos o familiares:

6.....15%

Un porcentaje alto, 45% la emplea para jugar; un 30% como ayuda para realizar trabajos académicos; 15% para comunicarse con sus amigos o familiares; y un 10% para buscar

información no académica. El análisis muestra que se emplean tanto como diversión como para hacer trabajos académicos.

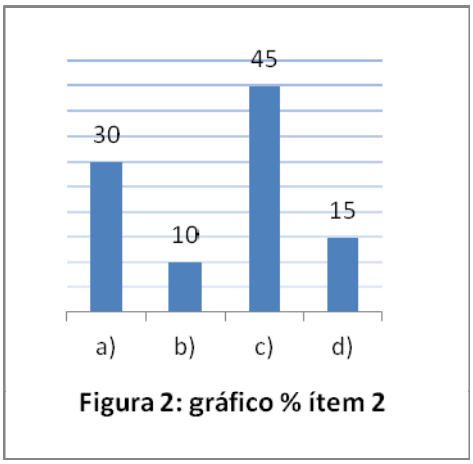


Figura 2: gráfico % ítem 2

3. ¿Tienes acceso a internet?

a. Si: 40 estudiantes 100%

b. No: 0 ..... 0%

La totalidad de los estudiantes encuestados, 100%, reconocen que tienen acceso a internet.

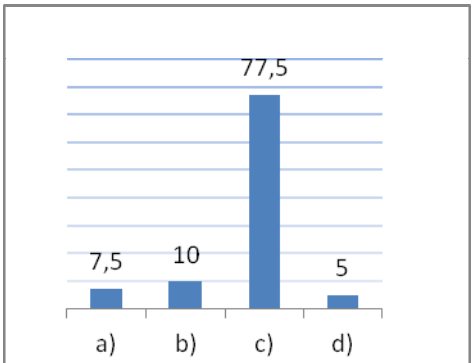


Figura 3: gráfico % ítem 4

4. ¿Te gusta usar la plataforma como medio de aprendizaje? ¿Por qué?

a. Entiendes mejor al docente en la clase teórica:

3 estudiantes.....7.5%

b. Es mejor que usar un libro:

4 estudiantes 10%

c. Es entretenido: 31 estudiantes 77.5%

d. Es mejor que otras herramientas:

2 estudiantes 5%

El 77.5% de los estudiantes estiman que le gusta usar la plataforma porque es entretenida, un 10% piensa que es mejor que usar un libro, 7.5% porque entiende mejor al docente en la clase teórica y un 5% porque considera que es mejor que otra herramienta. El porcentaje alto que estima que es entretenida está en directa relación con quienes consideran en la pregunta 2 que lo emplean como un juego, 45%, en este sentido hay una concatenación del empleo de estas herramientas de una

manera desprevenida, en el sentido de relacionarse como algo fácil de hacer, cómodo y que forma parte de su cotidianidad, esto cobra especial importancia frente al aprendizaje significativo, ya que hay una mejor asimilación cuando se relaciona el nuevo saber con los conocimientos previos, máxime cuando poseen una carga lúdica significativa, lo cual favorece los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que a corto plazo puede contribuir a la transmisión, difusión y creación de conocimiento por parte de los alumnos, herramienta que ayuda a los docentes en dichos procesos.

A Modo de Reflexión

El uso de las TICs requiere planificar una actividad con mucha responsabilidad, sabiendo qué teoría del aprendizaje se utilizará, que recursos y herramientas se aplicaran en cada contexto, como también respetar el proceso y/o construcción del conocimiento de cada estudiante. Puede ocurrir que ciertos profesores aún se resistan a utilizar las TICs en su asignatura, hasta puede suceder que se sientan inseguros al manejar estas tecnologías ya que deben trabajar con nativos digitales, de esta manera la tecnología pareciera que no tuviera eficacia.

El uso de las TICs puede crear oportunidades para muchos estudiantes que por diferentes motivos (económicos, sociales, culturales) se sienten discriminados en el aula y pierden la motivación para aprender con sus pares.

Las TICs tampoco producen cambios rápidos en la enseñanza y el aprendizaje, porque es una herramienta que media para lograr objetivos en espacios curriculares diferentes, pero se ha comprobado que los estudiantes piensan críticamente elaborando conceptos construidos por cada uno, que van de lo

simple a lo complejo, esta manera de lograr objetivos (TICs) propuestos están orientados hacia la creatividad e imaginación de los estudiantes.

El impacto que tienen hoy las TICs en la enseñanza resignifica la tarea del docente no solo a la forma de enseñar sino a la de aprender, aquella idea de evaluar contenidos hoy se extiende en los procesos, la autoevaluación tiene una forma mucho más creativa que parte desde el mismo estudiante cuando desea comprobar sus resultados.

Esta experiencia tuvo una gran participación ya que podían interactuar en diferentes momentos del día comunicándose con sus compañeros. Sus perspectivas conceptuales estaban dadas de antemano en las clases y donde a partir de categorías: contenidos, originalidad, organización, requisitos de aprobación, y presentación oral; ellos debían construir su empresa utilizando los recursos y herramientas dadas en el aula virtual

El discurso sobre la introducción de las nuevas tecnologías en el aula debe ser con miras a potenciar los aprendizajes, mejorar contextos de formación y sobre todo marcar un cambio en la política e ideología de nuestra realidad, una sociedad que se debate entre uno y otro modelo de participación democrática, con discursos basados en la igualdad social pero que en las aulas percibimos esquemas de desigualdades sociales.

Se realizó un acompañamiento más cercano hacia los alumnos para orientarlos en el estudio de este tema específico y un aumento de la calidad de los aprendizajes; los alumnos que completaron las actividades propuestas en el Aula Virtual se caracterizarán por ir mejorando sus intervenciones y sus producciones a lo largo del dictado del tema. Esta modalidad de

aprendizaje no fue positiva para todos los alumnos. Hasta ahora no se tienen los instrumentos necesarios para determinar las causas de estos resultados.

Bibliografia

Area Moreira, M. (2009). Introducción a la Tecnología Educativa. Manual Electrónico, Universidad de La Laguna.

Bossolasco, M. L, Córica, J.L.: Chiecher (2010). Material del curso "Inclusión de prácticas de virtualización en la enseñanza universitaria". A. Rectorado. UNT.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las ciencias, 12(3).

Jiménez Aleixandre M.P. y Sanmartí N. (1997) ¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. En La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria. Barcelona.

Lombardi, O. (1999). La noción de modelo en ciencias. Educación en Ciencias, 2(4).

Novak, J.D. (1990). The Student Laboratory and the Science Currículo. Londres.Routledge.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (2000). Aprender y enseñar ciencia. Madrid. Morata.

Incorporación de Recursos Multimediales para la Enseñanza de las Ciencias en la Escuela Secundaria

Culzoni, Cecilia; Alegre, Laura; Fornari, Javier

Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional

ceciliaculzoni@gmail.com,lauraalegre3556@gmail.com, javier.fornari@frra.utn.edu.ar

Resumen

En el siguiente trabajo se propone la incorporación de recursos multimediales para la enseñanza de las ciencias en la escuela secundaria. En particular se realizan las actividades de manera de poder realizar la comparación utilizando los recursos y sin su utilización, identificando la repercusión en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados obtenidos son promisorios y se establecen propuestas didácticas que tienen como objetivo lograr un aprendizaje significativo posibilitando un mayor interés por parte de los alumnos en el estudio de las ciencias.

Palabras Clave: Propuesta didáctica; Multimedia; Enseñanza Ciencias; Nuevas Tecnologías.

Marco Teórico

La incorporación de las tecnologías en los procesos de aprendizaje

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS) para la enseñanza de las ciencias es un hecho que viene avanzando sostenidamente en los últimos años, pero no ha alcanzado todavía un nivel de aplicación generalizado en la escuela secundaria. Ya no se discute si es o no conveniente incorporar estas tecnologías a la educación, sino la forma de incorporarlas de modo de propiciar aprendizajes significativos en una sociedad donde el desarrollo tecnológico impregna todas las actividades humanas. No nos preguntamos si hay o no que usar tecnologías, siempre lo hemos hecho, sino por qué y cómo usarlas.

Como dicen (Cukierman & Virgili, 2010)

No podemos negar las experiencias culturales que viven los jóvenes fuera del aula; en la actualidad muchas de esas experiencias se encuentran estrechamente vinculadas a los medios digitales… necesitamos enseñar acerca de la tecnología y no limitarnos a enseñar con o a través de la tecnología.

El desafío para el sistema educativo es significativo, "ya que requiere no sólo de un cambio institucional importante, sino, y fundamentalmente, en los actores principales del mismo entendiendo por tales a las autoridades y docentes" (Cukierman & Virgili, 2010). En este aspecto la concreción de cambios en el nivel educativo "es multidimensional en el cual entran en juego tres componentes:

- Un cambio a partir del posible uso de materiales didácticos nuevos o revisados, lo cual incluiría las tecnologías.
- Nuevos sistemas de enseñanza, actividades, estrategias.
- Las posibles alteraciones de las convicciones, lo que incluye teorías pedagógicas y cuestiones culturales." (Culzoni, 2008)

Todo cambio en materiales y estrategias didácticas conlleva en sí un cambio cultural, los cambios tecnológicos nos influyen a nosotros mismos y requieren de una mirada diferente, ¿Qué podemos hacer con las TICS? ¿Qué procesos cognitivos podemos promover? ¿Qué tipo de pensamiento podemos desarrollar? "Los cambios que queremos lograr también nos cambian a nosotros mismos y lo nuevo no es tanto la tecnología en sí sino los cambios que produce, que la acompañan." (Burbules & Callister, 2006)

El planteo pedagógico que subyace a este proyecto entiende al funcionamiento de la mente desde lo que (Bruner, 1997)denomina la perspectiva psicológica cultural de la educación o culturalismo. SegúnSantoiani, Flavia y Striano Maura (2006)

En este marco los procesos de aprendizaje y de construcción del conocimiento no son entendidos como procesos de adquisición y elaboración de datos provenientes del exterior, sino como experiencias culturalmente situadas por medio de las cuales los sujetos individuales haciendo uso de instrumentos cognitivos culturalmente mediados, vienen a participar en un patrimonio de saberes, tradiciones, prácticas, jugando no un rol

de recepción pasiva, sino de activa participación en su incesante reelaboración.

Dentro de esta perspectiva rescatamos la característica interaccional del aprendizaje, que es la que nos dice que aprendemos en interacción con otros. Siempre el aprendizaje es social, es interactivo, y esta interacción se produce a través del lenguaje. No sólo las palabras, sino el contexto en el cual son dichas, los gestos, las imágenes, los actos que los acompañan. Es nuestra condición de intersubjetividad que nos permite negociar significados y encontrar soluciones. A partir de este posicionamiento teórico cobran significado las propuestas de aprendizaje colaborativo que son facilitadas hoy por las tecnologías, los materiales multimediales, las comunidades de aprendizaje, los foros de discusión, las redes sociales, los laboratorios virtuales y remotos, y otras más.

Frente a una realidad tan amplia y cambiante en cuanto a recursos educativos, es necesaria una evaluación y selección de algunos de ellos para ser aplicados en propuestas didácticas concretas, posibles de ser llevadas al aula. Propuestas que deberán situarse en el contexto específico en el cual se utilizarán considerando la realidad social, cultural y educativa de los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Fundamentos de la propuesta didáctica

Para planificar las propuestas educativas se utilizó lo que el Profesor Moreira denomina Unidad Educativa Potencialmente Significativa (UEPS) (Moreira, 2011) que es una unidad didáctica basada en una visión constructivista de los procesos de enseñanza y aprendizaje y en la teoría delaprendizaje significativo. Según Moreira: "Son secuencias de

enseñanza fundamentadas teóricamente, orientadas al aprendizaje significativo, no mecánico, que pueden estimular la investigación aplicada en enseñanza, es decir la investigación dedicada directamente a la práctica de la enseñanza en el día a día de las clases." (Moreira, 2011).

Para el diseño de estas unidades educativas es importante tener en cuenta el conocimiento previo de los estudiantes sobre el tema, haciéndolo explícito de diferentes maneras. A partir de allí la secuencia didáctica está basada en actividades que propicien el aprendizaje significativo como la resolución de problemas situados en el contexto específico y creciente en grado de complejidad, el cuestionamiento de la realidad, la experimentación, la construcción de modelos físicos ideales y su contraste con la realidad, y muchas otras actividades tendientes a profundizar la comprensión de los temas de estudio. Para que un aprendizaje resulte significativo es relevante que el estudiante desee aprenderlo, se sienta interesado por conocer y aumentar su conocimiento sobre el tema. Nadie aprenderá aquello que no quiere aprender. Por lo cual en todos estos planteos se ha tenido siempre en cuenta la orientación de la escuela secundaria en la que se propusieron las experiencias, la realidad cotidiana de los alumnos y la posible relación de los temas con otras asignaturas.

Se ha tratado de desarrollar una metodología de enseñanza que cada vez esté más centrada en el alumno y no tanto en el profesor, para lo cual es importante diseñar actividades que resuelvan y realicen los estudiantes.

La enseñanza centrada en el alumno, teniendo el profesor como mediador, es una enseñanza en la que el alumno habla mucho y el profesor habla poco. Dejar que los alumnos hablen implica usar estrategias en las que puedan discutir, negociar significados entre sí, presentarle oralmente al gran

grupo el producto de sus actividades colaborativas, recibir y hacer críticas.(Moreira, 2000)

Si bien esto no es una tarea sencilla en cursos de 40 alumnos de 14 o 15 años, estando bien planificadas se pueden lograr clases muy participativas y motivadoras.

Si a estas unidades didácticas potencialmente significativas se les incorporan recursos multimediales disponibles en internet, es posible combinar una buena metodología de enseñanza con tecnologías que faciliten el aprendizaje y permitan construir conocimientos de una manera diferente. Las TICS están presentes en toda la vida de las personas hoy en día y de los jóvenes con mucha más intensidad, es necesario entonces introducirlas a la escuela de manera provechosa para todos.

Desarrollo

Durante el año 2012 y principios de 2013 se planificaron, se pusieron en práctica y se evaluaron diferentes propuestas didácticas para la enseñanza de la Física y la Química en la Escuela Nº 428 Luisa R. de Barreiro de la ciudad de Rafaela. Esta escuela contaba en ese momento con dos terminalidades, una en Comunicación, Arte y Diseño y otra de producción en bienes y servicios con orientación en industrias alimenticias. (ambas opciones únicas en la ciudad). Actualmente las terminalidades se han cambiado a Artes Visuales, Audiovisuales y Comunicación (cada una por separado) y a Ciencias Naturales. Aquí se describen brevemente cada una de las propuestas exponiendo con más detalle los resultados de las observaciones de clases, encuestas a alumnos y conclusiones generales del trabajo realizado.

Primer año

En la materia Laboratorio de Ciencias Naturales, de 1º año se diseñó la unidad didáctica Estructura de la Materia para cuatro de las seis divisiones con las que cuenta la escuela. Las profesoras habían planteado que siempre tenían serios problemas de atención por parte de los alumnos, falta de interés en su materia, cursos muy masivos y dificultades en la comprensión.

Teniendo en cuenta el marco teórico mencionado se diseñó una propuesta didáctica sencilla pero que trató de respetar los principios de las UEPS. En primer lugar la profesora trabajó con los alumnos en el aula tradicional analizando las ideas previas sobre el tema. Estas fueron expuestas por los chicos en forma de dibujos. Se les propuso que dibujen cómo creían ellos que estaba formada la materia. En la clase siguiente se trasladaron a la sala de computación para trabajar con una simulación computacional y guía de actividades. La simulación está disponible en: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_

iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/indice.htm

La actividad propuesta se desarrolló en grupos de dos alumnos por computadora, tratando de promover el trabajo colaborativo. Se observó gran interés por parte de los estudiantes e intercambio de ideas para la resolución de las actividades, dentro de un clima cordial y respetuoso de trabajo. Los jóvenes resolvieron la guía de actividades con el apoyo del docente, que para facilitar el inicio de la simulación, proyectaba la misma con un cañón en una pared. No se detectaron dificultades técnicas, se utilizaron las PC de la sala de informática con conexión a internet y todos los grupos pudieron

resolver toda la guía de actividades con la autoevaluación incluida.

Segundo año

Otra propuesta didáctica planificada fue para todos las divisiones de 2º año de la misma escuela. En este caso la materia fue Laboratorio de Ciencias Naturales, y la unidad didáctica: Calor y Temperatura. Siguiendo también el diseño de la UEPS se inició el tema poniendo en común las ideas previas de los alumnos y planteando interrogantes que están relacionados con la vida cotidiana. Esto se realizó en forma oral, para todo la clase, escribiendo en el pizarrón las ideas que surgían espontáneamente sobre la temperatura, el calor, la energía y otros. A cada alumno se le grabó en su netbook un archivo de powerpoint donde estaban disponibles diferentes recursos didácticos y la secuencia de actividades. Las clases se desarrollaron en el aula ya que los estudiantes disponían de su netbook utilizando simulaciones computacionales con guía de actividades. También se utilizó el recurso tradicional de texto impreso, como apoyo en cuanto a material teórico, se resolvieron problemas de tipo cualitativo y cuantitativo aumentando gradualmente en su complejidad. Se complementó el tema con un video que debían observarlos desde sus domicilios particulares como tarea. Para finalizar se realizó un experimento real en el laboratorio de física por grupos, para obtener el punto de fusión del benceno. Los alumnos presentaron un informe de este trabajo práctico que se utilizó como evaluación del trabajo grupal y se tomó también una evaluación individual.

En general los alumnos mostraron interés en esta nueva forma de trabajo, especialmente en el uso de la simulación

y la observación del video. El trabajo en el laboratorio se realizó con todo éxito.

3º año Producción de Bienes y Servicios

Para 3º año de la terminalidad Producción de Bienes y Servicios, en la asignatura Física, se planificó la unidad didáctica cinemática.

Se desarrollaron en forma sintética las clases teóricas sobre movimientos con tecnologías tradicionales.

Se centró la atención en el trabajo experimental en pequeños grupos realizando experiencias en el laboratorio con sensores de movimiento conectados a las netbooks. Se usaron sensores de movimiento (GoMotion) con conexión por cable USB a la netbook, que permiten obtener gráficas y tablas de los distintos movimientos. De esta manera se realizó el estudio del MRU y del MRUV mediante las experiencias con guía de actividades y problemas. Cada grupo presentó un informe con los resultados obtenidos, gráficas y fotografías.

Para el estudio de la caída de los cuerpos en diferentes medios se usó una simulación computacional denominada Fluidos, del grupo Galileo, de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL. También en este caso se resolvieron actividades utilizando la simulación que fueron entregadas para su evaluación. De esta manera se realiza una evaluación sobre la producción grupal de los alumnos y luego la evaluación final sumativa individual.

Se pudo observar gran motivación e interés por parte de los estudiantes al usar los sensores de movimiento y las simulaciones. Estas tecnologías permiten realizar experiencias de

mecánica con mucha mayor exactitud y obtener muy buenos gráficos para su análisis.

Resultados Obtenidos

Como evaluación de todo el trabajo se observaron las clases, se realizaronencuestas a los alumnos, se analizaron los resultados de la evaluación sobre el tema y se le pidió una valoración de las clases a cada profesor. A continuación se detallan cada uno de estos aspectos.



Figura 1: Alumnos de 3° año utilizando un sensor de movimiento para estudio de caída de los cuerpos



Figura 2: Alumnos de 1° año en la sala de informática



Figura 3: Alumnos de 2° año trabajando en el aula con las netbooks

Observación de clases

En general en todos los casos se pudo observar que las clases se desarrollaron con gran interés por parte de los estudiantes tanto en las opciones experimentales en el laboratorio como en el uso de las simulaciones computacionales. En relación con los mismos temas dados en años anteriores,

especialmente en 1º y 2º año se pudieron observar los siguientes aspectos durante la clase.

Positivos:

- Mayor interés por parte de los alumnos usando esta metodología didáctica.
- Trabajo más autónomo.
- Trabajo colaborativo entre pares.
- Menos problemas de conducta, falta de atención, y desinterés.
- Los alumnos aprendieron a utilizar nuevas herramientas tecnológicas.

A tener muy en cuenta:

- Es importante cuidar detalladamente todos los aspectos técnicos para que no falle la planificación.
- Si se va a trabajar en el aula con las netbooks, asegurarse que la mayoría de los estudiantes las lleven y tengan instalados los programas solicitados.
- Si es necesaria conexión a Internet, asegurarse que estará disponible para todos.

Encuestas a los alumnos.

Se realizaron las siguientes preguntas a primero y segundo año:

1. ¿Te gustó trabajar con esta metodología? ¿Cómo te resultaron las clases, aburridas, interesantes, fáciles de

comprender? Más del 90% de los alumnos manifestó que le gustaron estas clases resultándole interesantes (52%) y fáciles de comprender el 44%)

2. ¿Cómo te ha resultado la utilización del material multimedia? (2° año)¿Te ha resultado fácil el uso del material multimedia? (1° año)

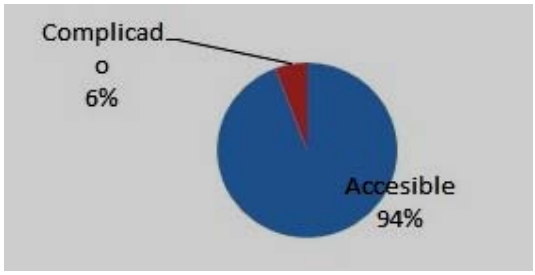


Figura 4: Resultados obtenidos para 2° año



Figura 5: Resultados obtenidos para 1° año

3. Ante dificultades en la resolución de las actividades propuestas, ¿Quién te ayudó a resolverlas?

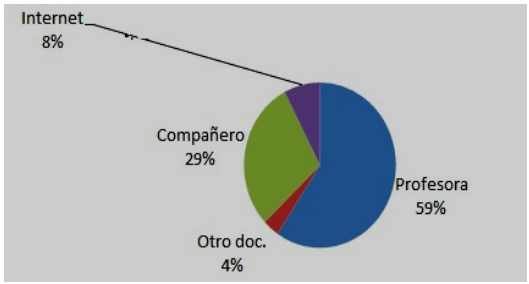
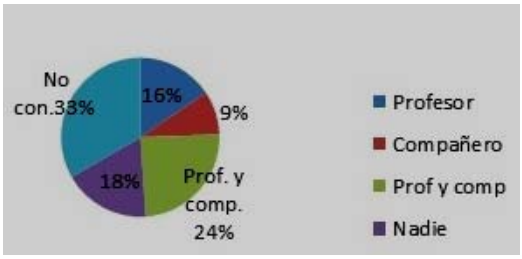


Figura 6: Resultados obtenidos para 2° año



Figuras 7: Resultados obtenidos para 1° año

En general podemos decir que tanto el profesor como los compañeros han sidoquienes han apoyado la tarea de aprendizaje.

Preguntas específicas a primer año

4. ¿Pudiste trabajar en forma ordenada con tu compañero? ¿Te gustaría seguir trabajando con esta modalidad?

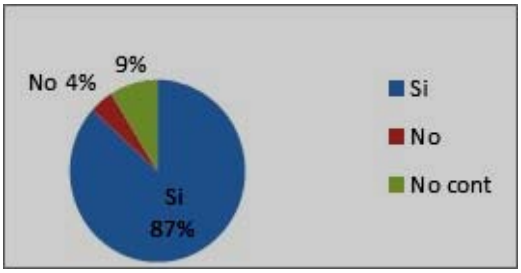


Figura 8

Más del 90% de los chicos respondió que sí

5. ¿Tuviste alguna dificultad de tipo tecnológica?

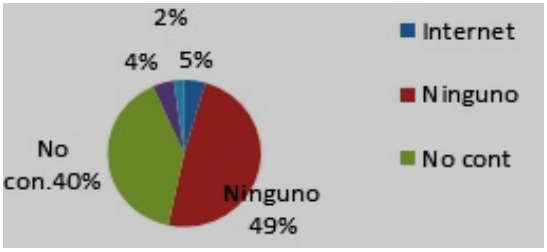


Figura 9

Si bien hay un 40% que no respondió a esta pregunta, la cantidad que manifiesta haber tenido dificultades tecnológicas es muy baja. Es de destacar que estos alumnos trabajaron en la sala de informática de la escuela y no con sus notebook.

Preguntas realizadas a alumnos de 2° año

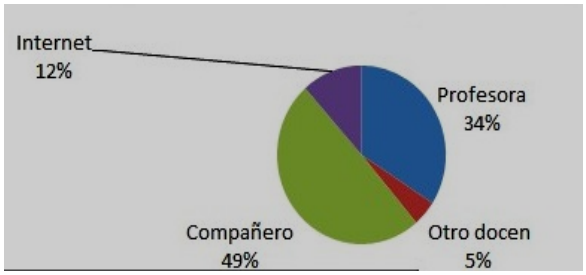


Figura 10

En este caso también se observa que los estudiantes se han apoyado unos a otros y han recibido la ayuda del docente. Se destaca también la búsqueda en internet de soluciones tecnológicas.



Figura 11

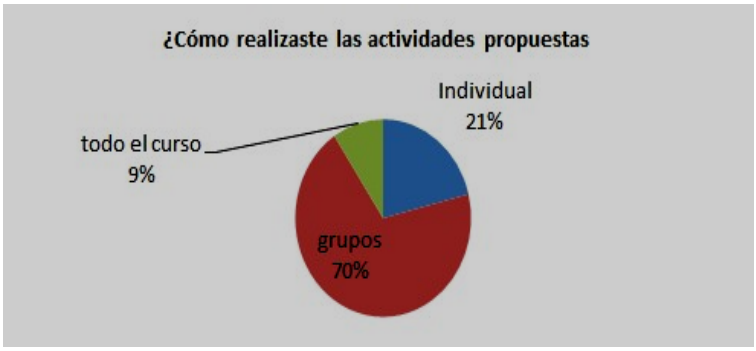


Figura 12

Se observa aquí una coincidencia con la primera pregunta donde los alumnos manifiestan que las clases les resultaron interesantes, permiten aprender cosas nuevas, y de fácil comprensión, sirven para comprender mejor la teoría.

Encuesta realizada a los alumnos de 3° año



figura 13

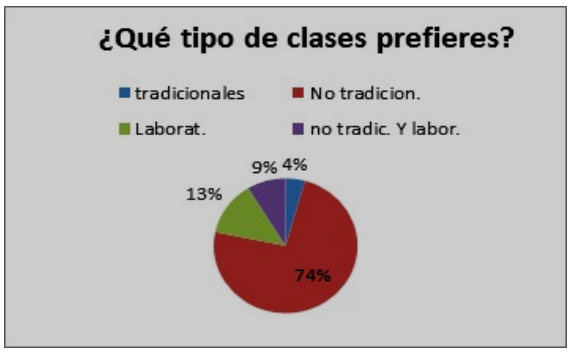


figura 14

En general se puede concluir a partir de estas encuestas que los alumnos prefieren trabajar con esta metodología que incorpora las TICS en el proceso de aprendizaje, que tanto docentes como compañeros oficiaron de apoyo para la resolución de las dudas y dificultades técnicas y que la metodología resulta interesante y posibilita la mejor comprensión de los temas.

Valoración de los docentes del curso

Se registraron algunas dificultades técnicas como fallas de conectividad a Internet, instalación del software solicitado, especialmente en alumnos de 2° año. Estos problemas demoraron el desarrollo de las clases por lo que es muy importante poder resolverlos con antelación. Más allá de estos aspectos que pueden ser solucionados con mayor planificación,los resultados fueron positivos en cuanto a la interpretación concreta de los fenómenos. Si bien el trabajo para los docentes fue intenso al inicio, una vez diseñadas las propuestas y seleccionados los recursos didácticos se pueden

utilizar en varios cursos y años posteriores. Estamos convencidos de que la metodología es muy positiva, que es muy importante el diseño didáctico yque las evaluaciones tienen que ser acordes al proceso de aprendizaje.

Conclusión final

A partir de los resultados obtenidos hasta el momento es posible decir que los nuevos diseños didácticos que intentan propiciar aprendizajes significativos junto a la incorporación de las TIC han suscitado un mayor interés por parte de los alumnos en el estudio de las ciencias, a la vez que facilitan la comprensión de los contenidos y mejoran la calidad de los experimentos. En el caso del uso de simulaciones computacionales permiten observar fenómenos que muchas veces no son reproducibles en el laboratorio, a la vez que le otorgan una dimensión lúdica al proceso de aprendizaje. Esto motiva e involucra a los alumnos de una manera diferente, permitiendo un aprendizaje más autónomo, y resolviendo muchas veces problemas de falta de atención y desinterés

Esta panorámica abre unas importantes expectativas para la evolución futura de la enseñanza ya que permite diseñar sistemas tutoriales individualizados, flexibles y adaptados al nivel de conocimientos de cada alumno.

Está previsto un seguimiento en las evaluaciones de los alumnos a lo largo de su tránsito por la escuela, con el objetivo de evaluar si estas nuevas metodologías permiten acceder a los cursos superiores con los conocimientos necesarios más afianzados.

Es nuestro interés continuar trabajando e ir perfeccionando cada una de las propuestas educativas y agregar nuevas en el próximo año.

Se han incorporado software específico como el osciloscopio, pizarra digital interactiva y se proyecta el uso de programas para el diseño de historietas como modo de evaluación.

Se ha presentado un informe al Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe y este proyecto ha sido seleccionadopor la Secretaría y Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia dentro del tema de interés : Mejorar la educación en la escuela secundaria.

Bibliografía

Bruner, J. (1997). *La Educación, puerta de la cultura.* Visor.

Burbules, N., & Callister, T. (2006). *Riesgos y Promesas de las Nuevas Tecnologías de la Información.* Buenos Aires: Granica.

Cukierman, U., & Virgili, M. J. (2010). *La Tecnología Educativa al Servicio de la Educación Tecnológica.* Buenos Aires, Argentina: Edutecne.

Culzoni, C. (2008). Propuesta de cambio educativo para el nivel medio: utilización de simulaciones para la enseñanza de la física. *Memorias de la IX SIEF.* Rosario.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje Significativo Crítico. *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*, (págs. 33-45). Lisboa.

Moreira, M. A. (2011). Unidades Educativas Potencialmente Significativas. *Memorias de la REF XVII.* Villa Giardino.

Santoianni, F., & Striano, M. (2006). *Modelos teóricos y metodológicos de la enseñanza.* México: Siglo XXI.

La Astronomía como Facilitador de los Aprendizajes de la Geometría y la Física. Medición de los Cráteres Lunares

Rafael Girola[(1)]; Carlos C. Marzocchini[(2)]; Oscar Luna[(3)]; Jorge Escudero[(4)]; Carlos Lucarelli[(5)].

1: Asociación EnDiAs / UNTREF, rafaelgirola@yahoo.com
2: Asociación EnDiAs / Inst.Belgraniano de S. Miguel, Bs. As.
3: Asociación EnDiAs, oluna63@yahoo.com.ar
4: Asociación EnDiAs, yosoyescu@yahoo.com.ar
5: Asociación EnDiAs, carlos.alberlucarelli@yahoo.com.ar

Resumen

En los profesorados de Matemática, Física y Astronomía, tenemos el campo propicio para utilizar contenidos astronómicos en situaciones problemáticas que requieran la aplicación de destrezas en geometría y física. Consideramos la Astronomíacomo una herramienta importante no solo en la etapa de motivación, alentando a los docentes a utilizarla como facilitadora de aprendizajes. Desde la Física será aplicada como generadora de hipótesis sobre la morfología de los cráteres de la Luna (selenografía). Desde la Geometría abordamos la medición

de los cráteres lunares usando tablas comparativas sobre valores de diámetro y profundidad. Todo esto será útil para inferir la búsqueda de la relación mediante gráficos logarítmicos, relacionando el diámetro con la profundidad de los cráteres e interpretando y comparando con cráteres de la Tierra, como por ejemplo el de Arizona, teniendo en cuenta impacto, aceleración, influencia de la atmósfera, morfología del objeto que impacta, etc. La propuesta didáctica que queremos aplicar, busca fomentar el desarrollo de las capacidades para integrar contenidos, afrontar el trabajo grupal, generar hipótesis, realizar argumentaciones, y desarrollar las destrezas de cálculo para la resolución de problemas aplicados a la geometría y a la física.

Palabras Clave: Medición; Cráter; Luna; Didáctica.

La Enseñanza de la Hidrostática en la Escuela Media. Una Propuesta de Aprendizaje en Entorno Virtual y Real

Federico Qués[1]; Rubén Camargo[2]

1: Bachillerato Polivalente N°1. Posadas, Misiones.

2: Escuela de Comercio Nº 8. Posadas, Misiones.

feder6@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica partiendo de una situación particular vivida por un grupo de alumnos en una actividad recreativa como lo es la pesca, hecho que nos permitió realizar un planteo teórico, problematizándolo y ejecutando un software de simulación libre para luego ser contrastado con un dispositivo realizado a escala y utilizado experimentalmente.

Particularmente la misma apunta a que los alumnos aprendan explorando, de tal manera que logren fijar contenidos propios de la fluidostática, teniendo en cuenta las etapas de predicción, observación, análisis y síntesis.

Palabras clave: Simulación; Laboratorio real; Fluidostática; Aprendizaje colaborativo.

Introducción

Las herramientas que usamos modelan nuestra experiencia y, consecuentemente, nuestro pensamiento; de modo recíproco, nuestro uso de las herramientas es modelado por nuestro conocimiento cotidiano (Vygosky, L. S. 1984)

Las instituciones educativas son las principales productoras de conocimiento, por lo tanto no pueden estar ajenas a las constantes transformaciones que se originan en la sociedad. Una de estas transformaciones es la aparición de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza tales como los entornos multimedia y la aplicación de internet, hecho que nos invita como docentes a hacer uso de ellas, es decir integrarlas a nuestro trabajo cotidiano, porque son herramientas útiles para fomentar un aprendizaje constructivista y una práctica educativa orientada a promover el cambio conceptual.

De acuerdo a lo señalado es necesario que se interpreten y comprendan no solo los códigos y lenguajes de las áreas de conocimiento a enseñar , sino también los recursos a los fines de crear nuevos escenarios promotores de aprendizaje que se sumen a los tradicionales, a seleccionar información, procesar, simular, modelizar, calcular, acercar a las fuentes de información poniendo siempre en marcha procesos activos de construcción de saberes (Marchisio, 2003) y permitiendo tanto a la comunidad de prácticas significativas como simuladas.

La idea esencial para promover un aprendizaje significativo es tener en cuenta los conocimientos factuales y conceptuales y cómo estos van a interactuar con la nueva información que recibirán los alumnos mediante los materiales de aprendizaje o por las explicaciones del docente.

La informática puede coincidir con las teorías sobre el aprendizaje significativo, porque por su propio mecanismo organiza conocimientos nuevos en relación con los adquiridos anteriormente y por la consideración que desde ella se hace del propio alumno como sujeto activo y responsable del uso de la información.

La enseñanza con la simulación interactiva nos brinda un vasto espectro de posibilidades didácticas. Gran parte de los fenómenos físicos escapan a la posibilidad de comprobación experimental, porque es imposible llevarlos a cabo por sus limitaciones técnicas, incluso el hecho de explicar un fenómeno. Sin embargo, la computadora puede simular el aspecto experimental del fenómeno, pudiendo los alumnos variar parámetros, analizar resultados y discutir conclusiones.

Con el objeto de poder motivar a los alumnos trabajamos con un laboratorio virtual de física (LVF) de aplicación libre, tratando así de ubicarlos en contextos epistemológicos que sacarán partido de su forma de observar el mundo, además de permitir colocarlos en una variedad de espacios a través de los cuales puedan lograr construir y entender los conceptos primordiales de la física y aplicarlos en la resolución de problemas.

Estos simuladores nos permitieron desarrollar una práctica virtual acompañada de su respectiva práctica real. A través de este sistema quisimos lograr que el alumno pueda aprender explorando en el proceso de aprendizaje. Porque su

utilización los induce a experimentar para obtener mejores resultados en la construcción de conceptos y sobre todo les despierta el interés en el aprendizaje de la física. Con ellos pueden manipular datos, construir gráficos, interpretarlos y discutir conclusiones.

Marco Teórico

La simulación es una técnica numérica que mediante la modelación de los sistemas reales, permite imitar el comportamiento de las variables y sus interrelaciones, para comprender los procesos internos y modificarlos si es necesario. Un simulador reproduce el comportamiento de un sistema en ciertas condiciones. Suelen combinar partes mecánicas o electrónicas y partes virtuales que le ayudan a simular la realidad, por lo tanto, pueden utilizarse en el ámbito profesional o como un instrumento de ocio y entretenimiento.

Los laboratorios virtuales se usan como un complemento de los laboratorios convencionales, uno de sus beneficios es el control del tiempo, porque en la simulación los sucesos ocurren con lapsos y frecuencias de tiempos disímiles, sin consumir reactivos o materiales costosos. Otros beneficios que nos brindan son: el control vía web, incrementan la capacitación técnica de los usuarios y proporcionan un conocimiento práctico a distancia, la interfaces web permiten la adquisición de datos, el soporte técnico interactivo, el despliegue y análisis de resultado en tiempo real, la colaboración con especialistas de otras instituciones y el entrenamiento de usuarios en un ambiente de investigación altamente especializado.

Según Giordan y de Vecchi (1998), es posible a través de diferentes tipos de simulaciones, apoyar el pensamiento que se está construyendo. Las simulaciones generadas por computadora, constituyen representaciones de ciertas imágenes/fenómenos, asociados a algún modelo consensuado en particular. El uso de este tipo de representaciones, implica reflexionar sobre cuál es el contenido del mensaje que se desea que se asimile, tener en cuenta las concepciones de los involucrados en el aprendizaje y la forma que puede adquirir el modelo, para que les sea comprensible.

Con respecto al papel de la computadora en el proceso de aprendizaje señalan Martínez, R y otros (2000), que ésta es entendida como una herramienta cognitiva que puede apoyar y facilitar el proceso en la dinámica del grupo, y a la cual el conjunto de individuos puede unir su inteligencia y compartirla durante el desarrollo de su emprendimiento.

Los simuladores facilitan la enseñanza haciendo que el alumno reflexione e indague sobre sus acciones, además de motivar un aprendizaje activo y encare las opciones y consecuencias de sus propias decisiones y comprenda su aporte en los resultados de las actividades en las que participó. Es decir que el trabajo con ellos no solo promueve el aprendizaje a nivel conceptual y procedimental sino que también genera el desarrollo de la metacognición, y de un aprendizaje colaborativo y significativo.

Es la teoría del aprendizaje significativo planteada por Ausubel, la que nos ofrece principios de enseñanza para el diseño de instrumentos metacognitivos, los mismos nos permitirán conocer la estructura cognitiva del alumno y tener una mejor orientación de la labor educativa, ésta ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con "mentes en blanco" o que el aprendizaje de los alumnos comience de "cero", pues no

es así, sino que, los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio.

Metodología

Objetivo general

- Explicar desde la física una situación vivida por un grupo de alumnos en una actividad recreativa como es la pesca embarcada.

Esta estrategia de aprendizaje fue aplicada a un grupo de 22 alumnos que cursan el espacio Física I, correspondiente al 3er año del Ciclo Básico Secundario (CBS), del Bachillerato Orientado Provincial Nº1 de Posadas Misiones.

Para realizarla se ha partido de una situación particular vivida por un grupo de alumnos cuando en una jornada recreativa se subieron siete personas a una canoa con intenciones de retirarse de la orilla para ir a pescar, la embarcación no soportó el peso, hizo agua y se hundió. Por suerte el lugar era playo.

Este hecho nos permitió presentar algunas premisas en torno a la hidrostática para indagar sobre los conocimientos previos de los alumnos y avanzar en una metodología que nos permita, no solo explicar el fenómeno, sino lograr aprendizajes significativos en ellos. La propuesta se desarrolló en una clase de 2 módulos de 2 horas cada uno (160 minutos).

1º hora: Socialización y delimitación del problema.

2º hora: Revisión de los supuestos de las premisas correctas o incorrectas. Ejecución de un software de simulación libre (http://phet.colorado.edu), que les permitió recrear la situación vivida, manejar ciertas variables, obtener datos y poder representarlos gráficamente, según una guía elaborada con antelación. Se dividió a la población en 11 grupos de 2 alumnos.

3º hora: Realización de una práctica de laboratorio según criterios acordados en una guía de trabajo presentada y sociabilizada, en la cual los alumnos construyeron a escala una canoa, la colocaron en una tina con agua e introdujeron en la nave muñequitos de plásticos (simulando a las personas), observando como la canoa se iba sumergiendo cada vez más, hasta hundirse. Efectuaron mediciones, registraron los datos recogidos y los analizaron cuantitativamente, llegando a resultados similares a los obtenidos con el uso del simulador. Se dividió la población de alumnos en 2 grupos de 11 individuos.

4º hora: Puesta en común y aplicación de las ecuaciones que rigen el Principio de Arquímedes, avanzando en conceptos propios como flotación, densidad, empuje, etc.

Para este estudio se definieron los siguientes parámetros a evaluar:

- **Saberes previos:** Son los conocimientos mínimos necesarios para el desarrollo de los trabajos prácticos. Se consideran aspectos relacionados con la utilización de las computadoras.
- **Manejo de conceptos:** referido a la capacidad para resolver una situación problemática utilizando la base conceptual y considerando aspectos relacionados con nociones físicas y procedimentales.

- **Manejo del modelo:** es la habilidad para emplear el modelo diseñado en la solución del problema planteado en ambos entornos.
- **Uso del instrumental de laboratorio:** es la destreza en el armado y montaje del dispositivo, manejo del instrumental de medición y capacidad de ejecución del software.
- **Registro y utilización de datos:** se refiere la capacidad para el tratamiento de los valores experimentales a fin de dar solución a la situación planteada. Confección de tablas con los valores recogidos y representación de gráficas con las variables consideradas en las prácticas.
- **Generalidades:** describen las impresiones de los alumnos en relación al trabajo en ambos escenarios. Informe sobre lo producido colectivamente.
- **Proyección:** Es la posibilidad de adquirir nuevos conocimientos a partir de los fijados oportunamente, entendiendo que la temática no fue agotada, ni se fue a pique como la canoa.

Desarrollo de la propuesta didáctica

Utilización del software de simulación a fin de responder al siguiente cuestionario. Para ello hay que realizar las experiencias simuladas que se consideren, explicar las respuestas basándose en las observaciones efectuadas y valores obtenidos. Apuntar las conclusiones.

El soporte consta de dos partes:

A- Una primera plantilla conformada por cuatro preguntas:

1- ¿Qué condición debe cumplir un cuerpo sólido para flotar en un líquido?

2- ¿Qué volumen tiene sumergido un cuerpo que flota?

3- ¿Cuál es el peso del líquido desalojado por un cuerpo que flota?

4- Una canoa de 130 kg de masa flota en el agua. Al subir a ella una persona de 70 kg de masa se hunde un poco más. ¿Qué volumen de agua desaloja?

B- Una segunda que ejecuta la animación. Puede observarse el efecto de alguna variable específica a decir, tipo de fluido en el que se encuentra el sólido, peso del cuerpo y la fuerza de empuje.

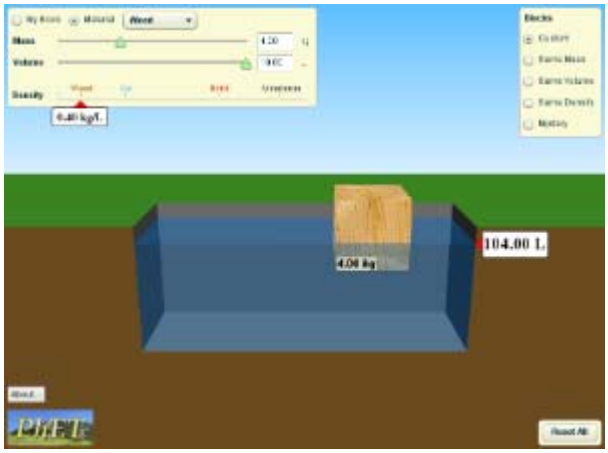


Figura 1: Pantalla de aplicación Flotación

Ecuaciones básicas utilizadas por el simulador

Se presentan las principales ecuaciones que se emplearon en el desarrollo del software de simulación.

Para que un cuerpo flote en el agua, la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, vale cero. Debe cumplirse que el peso debe ser igual al empuje.

$$P=E$$

Luego estas fuerzas serán:

$$\rho_s \, . \, V_s . \, g = \rho_l \, .X. \, V_l \, . \, g$$

En donde:

X = fracción del cuerpo sumergido

ρ_s = densidad del sólido

ρ_l = densidad del líquido

g = aceleración de la gravedad

V_s = volumen del sólido

V_l = volumen del líquido

Resultados y Discusión

Saberes previos:

En esta instancia el 36 % de los alumnos evidencia nociones generales sobre los principios que rigen la flotabilidad (empuje, fuerza, volumen, densidad). El 4 % entiende que un fluido no solo se aplica al estado líquido. El 72 % considera que un cuerpo flota porque es liviano. Ningún alumno escuchó hablar de Arquímedes.

Manejo de conceptos:

El 64 % logra ubicar en un esquema mudo referido a la situación de aprendizaje las variables consideradas. El 45 % de los alumnos intenta razonar desde la ecuación física la explicación del fenómeno. El 60 % confunde densidad con peso específico. Requieren ayuda del docente. Se detectó que los alumnos podían definir los conceptos físicos involucrados, aunque en los grupos se generaron dificultades al querer obtener las gráficas, más aun al interpretarlas. No lograban vincular los contenidos conceptuales con los procedimentales. Sobre la base de lo explicado por el docente el 50 % logra determinar a través del cálculo matemático el valor de la variable considerada. De estos el 36 % consigue concordancia entre magnitud y unidad de medida.

Manejo del modelo:

Esta variable fue analizada a través de la observación del trabajo de los alumnos en la clase destinada a diseñar el procedimiento a seguir que les permitiera ejecutar el software como así la clase práctica de laboratorio según una guía de pasos a seguir.

Uso del instrumental de laboratorio:

En ambos ambientes, los porcentajes correspondientes al montaje correcto del dispositivo experimental son semejantes e inferiores a los correspondientes al manejo de los instrumentos de medida, 91 % en el trabajo de laboratorio y operatividad del programa, el 73 % en el entorno virtual.

Registro y utilización de datos:

Respecto al trabajo de laboratorio ambos grupos logran registrar en tablas los datos obtenidos, aunque con algunas dificultades en la lectura correcta de los instrumentos de medida. El 64 % requiere ayuda del docente para representar las gráficas. El 18 % puede interpretar las funciones y al 50 % no le cuesta razonar al anticipar una posible respuesta. El 73 % alcanza vincular conceptos con el modelo**.**

En cuanto al simulador desarrollado, 2 de los 11 grupos (82 %), tienen dificultad en ejecutar el software. El 50% logra registrar los datos en tablas, pero solo el 27 % obtiene la función y el 9 % interpreta la misma. El 86 % logra vincular conceptos físicos con el modelo desarrollado.

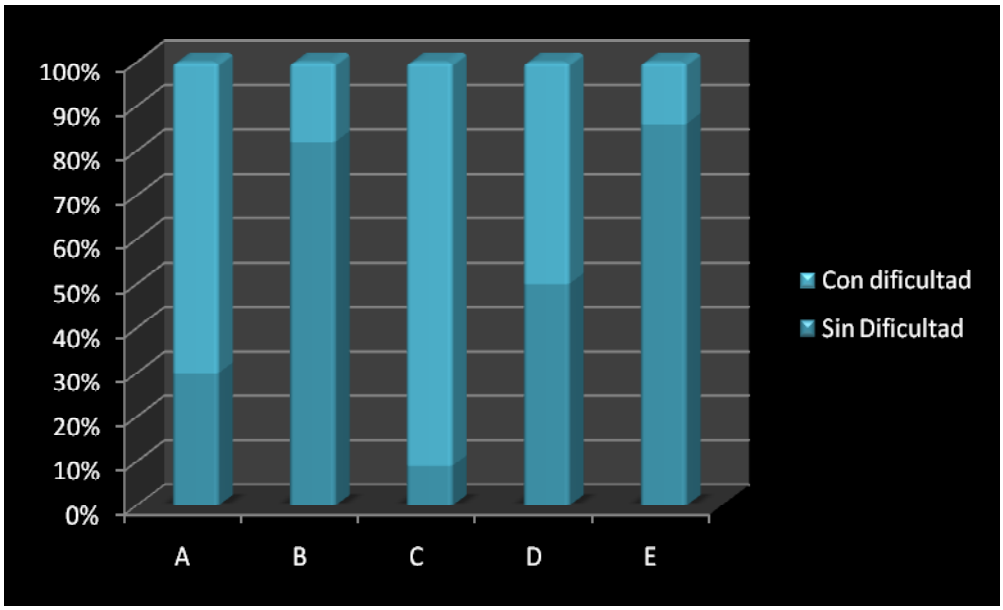
Generalidades:

El 100 % de los grupos visualiza al software como algo novedoso, fuera de lo común e interesante, aunque sostiene que el trabajo de laboratorio les permite manipular el dispositivo, conocer, operar con instrumentos de medición y obtener resultados. Todos coinciden que siempre existen errores en las mediciones. El 50 % se siente más cómodo realizando el trabajo en el laboratorio, la otra mitad prefiere el software. Este último grupo cree que con el simulador se puede avanzar a otras instancias del conocimiento, aunque el 10 % consideró al programa de simulación como un juego, el resto lo ve como una herramienta de aprendizaje.

Un 95 % de los alumnos reconoce que la observación directa y la manipulación de las variables involucradas en el fenómeno les facilitan la comprensión del mismo en el laboratorio, y por otro lado indican que el trabajo con

simuladores les permite tener un panorama general de la situación en estudio de manera rápida y cómoda.

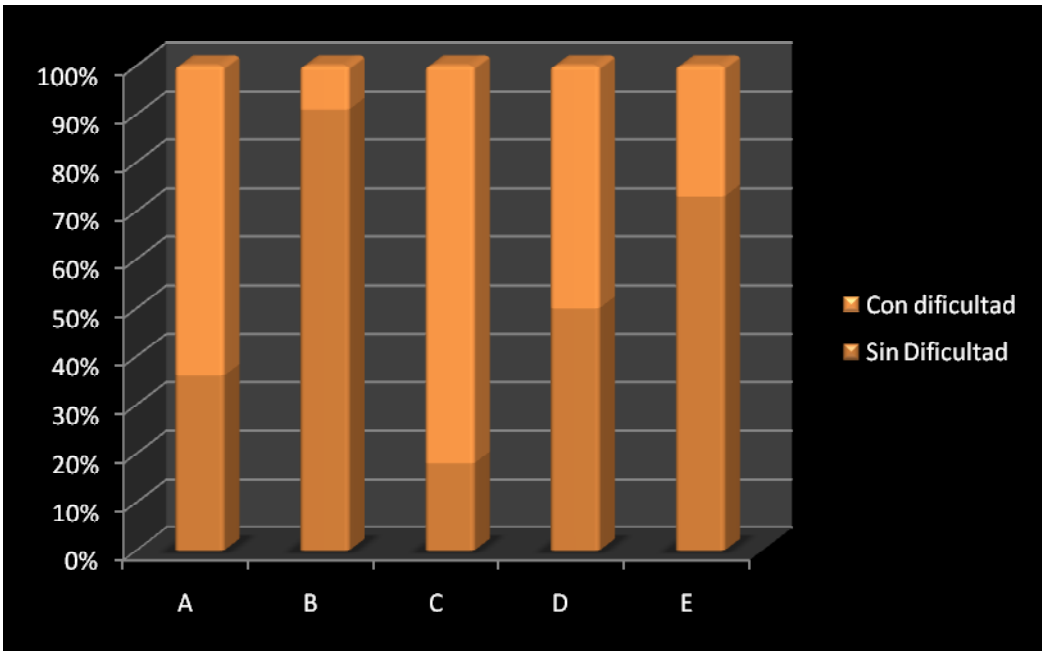
En la figura 2 se muestran los distintos aspectos de las variables analizadas en los grupos de trabajo. Respecto a la utilización del software, se visualiza que el 70 % de los alumnos ha tenido dificultades en la construcción de gráficas y solo el 18 % en la ejecución del software, en tanto que el 9 % ha podido realizar una interpretación correcta de las gráfica, lo que nos hace suponer que existe una dificultad para aplicar los conceptos básicos generales a situaciones particulares. El 50 % logró registrar los datos en las tablas. Donde tuvieron menores dificultades fue en la vinculación de conceptos físicos con el modelo desarrollado, porque un 86 % lo hizo correctamente.



A: Construcción de gráficas - B: Ejecución del simulador
C: Interpretación de las gráficas - D: Registro de datos
E: Vinculación del concepto con el modelo

Figura 2: Utilización del software-LV

En la figura 3 observamos el trabajo de los alumnos en el laboratorio. Un 64 % de ellos ha tenido dificultades en la construcción de gráficas requiriendo la ayuda del docente. Respecto al armado del dispositivo en el laboratorio el 91 % lo han realizado de manera correcta. El 18 % pudo interpretar las funciones sin dificultades y un 50 % realizó el registro de datos correctamente. De igual forma que con el simulador donde se visualizo menos dificultades fue en la vinculación entre los conceptos y modelos, porque un 73 % lo hizo adecuadamente.



A: Construcción de gráficas - B: Armado de dispositivos
C: Interpretación de las gráficas - D: Mediciones y Registro de datos
E: Vinculación del concepto con el modelo

FIGURA 3: Trabajo de laboratorio

Conclusión

Con el desarrollo de esta propuesta didáctica vislumbramos que una situación particular puede ser motivadora ya que se sustenta en algo vivido por los alumnos y promueve la metacognición a fin de acercarlos a las ciencias en general y a la física en particular, utilizando como refuerzo las nuevas tecnologías, de tal manera que el lenguaje de la física sea menos resistido y mejor comprendido por ellos.

Estudiar los procedimientos de forma progresiva y realizar las experiencias, produjo en los alumnos una mejor comprensión de la teoría. Con la simulación, los alumnos pudieron darse cuenta de fenómenos simples pero difíciles de representar y visualizarlos en un experimento real: el Principio de Arquímedes.

Nuestra experiencia con los simuladores en el ámbito escolar nos permitió obtener resultados favorables porque observamos cómo los alumnos encontraron un instrumento de apoyo al comprobar y/o incrementar sus conocimientos básicos o también aprender de ellos. El sistema les permitió observar paso a paso el progreso de la simulación y fueron capaces de establecer cómo se llevaron a cabo los fenómenos abordados.

A través del uso de simuladores, entendimos que es posible apoyar el pensamiento que se está construyendo. Las simulaciones generadas por computadora, constituyen representaciones de ciertas imágenes/fenómenos, asociados a algún modelo consensuado en particular. El uso de este tipo de representaciones implica reflexionar sobre cuál es el contenido del mensaje que se desea se asimile, tener en cuenta las concepciones de los involucrados en el aprendizaje y la forma que puedan adquirir el modelo, para que les sea comprensible.

La experimentación de la física puede realizarse de manera dinámica y atractiva, para que la enseñanza y/o el aprendizaje de los conocimientos se presenten de forma sencilla, así como la aplicación de la teoría que lo fundamenta. Los simuladores no solo sirven de apoyo en el aprendizaje de la física sino que también pueden ser el punto de partida para una educación (en general) virtual y vinculante que nos permita intervenir en la aplicación de las ciencias. Con este sistema, se logra un esencial cambio de actitud en el alumno; al realizar la práctica de laboratorio, la realiza no solo con el objeto de comprobar sino con el afán de investigar el comportamiento del sistema físico, que lo conduce a una posición heurística. Es así que los resultados obtenidos nos muestran que algunos aspectos del trabajo en ambos ambientes son complementarios.

Bibliografía

Ausubel, D.(1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* .2° Ed. TRILLAS México

Ayma Giraldo, V. (1996ª). *Aulas de Laboratorio Usando Material Experimental Conceptual*. Disertación de maestría inédita. Instituto de Física y facultad de Educación . Universidad de Sao

Del Pino González, Luis M. (1995). *Realidad virtual.* España: Paraninfo.

Giordan, A. Y De Vecchi, G. (1988). *Los orígenes del saber.* Sevilla: Díada.

Gil Pérez, D., Valdés Castro, P. (1996).*"Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física"*, en *Temas escogidos de la didáctica de la Física.* Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.

Marchisio, S. (2003). *Tecnología, Educación y nuevos ambientes de aprendizaje. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente.* Revista Rueda N°5.

Martínez Rubén D, Montero Yolanda, Pedroso, María E; Martín, Elsa I. 2000. Sobre herramientas cognitivas y aprendizaje colaborativo, Congreso RIBIE 2000, Viña del Mar, Chile.

Valdés, Castro, P., y otros (1999). *El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas.* Ed. Academia, La Habana.

Vygosky, L. S. (1984) *El desarrollo del pensamiento del adolescente y la formación de conceptos,* en Obras Escogidas, t-IV, Ed. Aprendizaje Visor, Madrid, tomado de la Editorial Pedagógica, Moscú.

La Enseñanza de las Transformaciones de la Energía: Una Clase Interactiva Demostrativa

Follari, Beatriz del R.; Dima, Gilda N.;
Perrotta, M. Teresa

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.
bfollari@hotmail.com; bfollari@exactas.unlpam.edu.ar

Resumen

Presentamos una clase experimental interactiva demostrativa para la enseñanza de las transformaciones de energía en un sistema conservativo y el concepto de variación de la energía interna en un sistema no conservativo. Para la elaboración de esta clase implementamos las etapas de predicción, observación y contrastación, propias del Aprendizaje Activo de la Física. El diseño experimental es sencillo, consiste en un péndulo y un sensor de movimiento. Los resultados nos indican que el grupo de alumnos logra interpretar y comprender las transformaciones y la conservación de la energía en un sistema, ya sea en ausencia o en presencia de fuerzas disipativas.

Esta clase es parte de las actividades propuestas en un Proyecto de Investigación destinado a elaborar, implementar y evaluar estrategias didácticas tomando como hilo conductor la energía, en Primero y Segundo año del nivel Polimodal del Instituto María Auxiliadora de Santa Rosa La Pampa, Argentina.

Palabras clave: Estrategia didáctica; Conservación de la energía; Aprendizaje activo; Nivel medio.

Introducción

¿Por qué la necesidad de un laboratorio en física? Como la Física es una ciencia experimental éste no debe faltar. Además es necesario motivar a los estudiantes sobre la premisa de que sean ellos los protagonistas de la tarea y el docente quien los guíe en ese camino.

La experimentación junto al resto de las actividades que se planifiquen, deberá responder a los avances tecnológicos de la época así como a la complejidad y heterogeneidad del contexto social en el cual trabajemos (Mellado Jiménez, 2004; Campanario, 2003).

Las estrategias de aprendizaje activo, basadas en el modelo constructivista, inician en lo que el alumno ya sabe, para ir construyendo o modificando en caso de ser necesario, los esquemas que el estudiante ya trae (Benegas et al., 2011; Sokoloff et al., 2009; Redish, 2004; Ausubel et al., 1976).

Quienes escribimos el presente trabajo nos hallamos desarrollando un Proyecto de Investigación[18] en el cual se elaboró y evaluó una estrategia didáctica aplicada en el nivel Polimodal (actualmente el nuevo secundario). La misma presenta el concepto de energía de una manera integrada, iniciando con mecánica en primer año del Polimodal y continuando con los conceptos de calor y temperatura en segundo año. Estamos convencidos que dar continuidad y coherencia conceptual en los distintos temas estudiados en Física favorecerá el aprendizaje significativo (Dima et al., 2011; Perrotta et al., 2010).

Habitualmente el concepto de energía es presentado a la comunidad estudiantil de manera disociada, tanto por docentes como por los libros de texto más usuales (Tipler, et al, 2005; Sears, et al. 2004; Rubinstein, J y Tignanelli, H., 2000; Aristegui, et al., 1999; Serway, 1999; Zitzewitz, P. W., Neft, R., 1997). Esto conduce a que los alumnos piensen que existen varias ecuaciones fundamentales para este concepto (Jewett, 2008).

Como mencionamos anteriormente pretendemos estudiar la energía de manera integrada. En la parte de mecánica hacemos hincapié en el concepto de sistema y en el hecho de que la energía total de éste puede modificarse por trabajo o por calor, haciendo ver que esta transferencia puede ser posible desde el sistema hacia el entorno o viceversa según muestra la ecuación (1) (Resnick et al., 2004).

$$Wext + Q = \Delta K + \Delta U + \Delta E\,\text{int} \qquad (1)$$

[18] "La energía como concepto integrador en mecánica y calorimetría: elaboración, aplicación y evaluación de una estrategia didáctica en el nivel secundario". Proyecto de investigación aprobado externamente y acreditado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam.

Donde W_{ext}. es el trabajo que realizan las fuerzas externas al sistema, Q representa la transferencia de energía por calor, ΔK es la variación de la energía cinética del centro de masas de los cuerpos que componen el sistema y la ΔU es la variación de la energía potencial U (gravitatorias, elásticas, eléctricas, etc). En la variación de la energía interna, ΔE_{int}, deben incluirse todas las energías cinéticas y potenciales que se asocian a movimientos y/o interacciones que ocurren dentro de los componentes del sistema.

Es importante hacer notar a los estudiantes que una forma más amplia de la ecuación de conservación de la energía puede ser expresada como

$$\sum T = \Delta E \ ,$$

donde T representa cualquier forma de transferencia de energía; como lo son la masa, ondas mecánicas y radiación no térmica (Jewet, ob cit., 2008; Mungan, 2007).

Preocupados porque nuestra labor docente mejore día a día y siempre pensando en el protagonismo del estudiante, es que diseñamos nuestras acciones sobre la base de estrategias que promueven el Aprendizaje Activo de la Física. Éstas ponen el énfasis en quien aprende dándole al docente el rol de guía o facilitador de la tarea a desarrollar. Este cambio es todo un desafío para el mismo ya que debe apartarse de su lugar de "autoridad del saber". Así, los alumnos se sienten responsables de la construcción de su conocimiento y llegan a ser capaces de aplicarlos en otros contextos (Benegas et al., ob cit., 2011; Benegas y Villegas, 2006; Sokoloff y Thornton, 2004; Sokoloff y Thornton, 1997).

En esta metodología de trabajo se recurre al siguiente ciclo: predicción, discusión entre pequeños grupos de estudiantes, ejecución y observación de la experiencia y por

último comparación entre los resultados encontrados y las predicciones realizadas. Se logra de esta manera que cada estudiante pueda cotejar sus predicciones con lo observado en la tarea experimental.

Las Clases Interactivas Demostrativas (CDI) recurren frecuentemente al uso de material tecnológico (computadora, sensores, interface, etc). Esta actividad puede desarrollarse en clases numerosas y sólo se necesita una computadora y un cañón que proyecte la experiencia, una interface, sensores electrónicos que midan distintas cantidades físicas según el tema a estudiar. Deben ser presentadas de forma tal que los alumnos entiendan la experiencia y comprendan el funcionamiento de los instrumentos utilizados.

Debemos destacar que el docente debe hacer que sean los *estudiantes* quienes construyan las respuestas científicamente aceptadas. Para ello debe tener agendada una serie de cuestiones que guíen a la solución de los aspectos centrales estudiados en la Clase Interactiva. Solamente si los estudiantes no han discutido la totalidad de los puntos importantes, el profesor puede completar lo faltante.

En este trabajo presentamos la aplicación de la CDI sobre energía y el análisis de los resultados obtenidos durante el año 2012.

¿En qué consistió la Aplicación de esta Clase Interactiva Demostrativa?

Como mencionamos en párrafos anteriores nuestra estrategia tiende a unificar el concepto de energía durante el primer y segundo año del nivel Polimodal. Persiguiendo este

objetivo preparamos una experiencia para el primer año para introducir el concepto de transformación de la energía y la variación de la energía interna profundizando la aplicación de la ecuación (1).

Se utilizó un péndulo simple (como indica la Figura 1) y se midió la velocidad en el punto más bajo de su trayectoria, para lo cual se empleó una computadora y un sensor de velocidad electrónico (Science Workshop; Pasco), proyectando los datos obtenidos en una pantalla mediante un cañón de proyección de manera que todos los presentes podían ver los resultados de las mediciones. Para facilitar la medición de la altura del cuerpo en relación a la posición más baja de la trayectoria (donde se coloca el sensor) el péndulo se suspendió de un clavo colocado en un tablero vertical sobre el que se puede medir la altura del cuerpo. Éste es un pequeño cilindro, de esta manera se facilita la medición del ancho del obstáculo que se mueve delante del sensor.

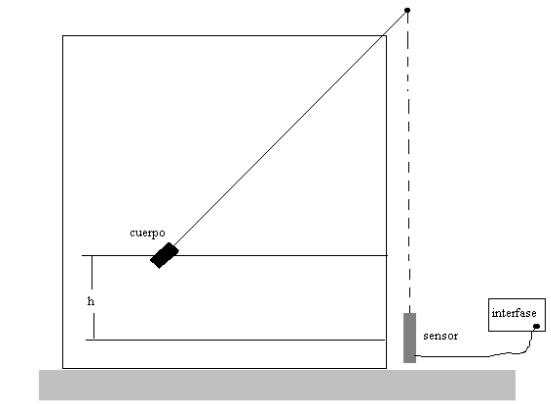


Figura 1

En el año lectivo 2011 la tarea experimental se desarrolló luego de haber trabajado problemas sobre transformaciones de energía aplicando la ecuación (1). Previamente se había introducido el concepto de energía interna y su variación cuando existe rozamiento u otra fuerza no conservativa.

De los resultados obtenidos en 2011, concluimos que la redacción de las consignas no era lo suficientemente clara para el grupo de alumnos, razón por la cual para el año 2012 se modificaron llegando a la versión final. En el Anexo transcribimos la Hoja de Resultados. La Hoja de Predicciones es similar a ésta y sólo incluye las preguntas que los alumnos respondieron previamente.

Además, en 2011 no hubo un progreso destacable en las respuestas dadas sobre las transformaciones de energía cuando existe rozamiento. Ante estos resultados se decidió reordenar las actividades de la estrategia realizando, en primer lugar, la clase interactiva experimental para introducir el concepto de transformaciones de energía, sin haber resuelto con anterioridad los problemas. También, en una segunda clase, se plantearon consignas considerando el efecto de la fricción para trabajar el concepto de variación de energía interna del sistema.

Resultados Alcanzados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la clase interactiva desarrollada durante el año 2012 a la cual asistieron 32 alumnos.

Predicciones para la Demostración 1:

Se pretendía que identificaran las fuerzas que actuaban sobre el cuerpo, que reconocieran cuáles eran internas y cuáles externas y también el tipo de movimiento que describiría el péndulo.

En la etapa de predicción sólo un alumno (3%) dibuja correctamente las fuerzas e indica que son internas. La mayoría, 21 estudiantes (66%), responde incorrectamente. Por ejemplo, además de la fuerza del hilo y del peso dibujan una fuerza externa, y justifican con frases como la siguiente: *"la fuerza F es una que se le aplica, es externa o sea es un trabajo que alguien hace para que se mueva".* Otros estudiantes dibujan y nombran la fuerza normal y la fuerza F, escribiendo: "*Fuerzas internas: peso y fuerza normal. Fuerzas externas: las fuerzas que están fuera del sistema tierra-péndulo".* En esta etapa 10 estudiantes (31%) no contestó la consigna.

Respecto al movimiento que tendría el péndulo, la mitad de los alumnos dio respuestas acertadas tales como: *"va a ir y volver, va a disminuir la velocidad y la altura de mayor a menor"; "Va de un lado a otro"; "se mueve como un vaivén en línea cóncava, cada vez más cóncava".*

En el 50% restante tenemos un 25% que no respondió y un 25% que lo hizo mal, algunas de las justificaciones fueron: *"en el primer impulso, al ser más fuerte, alcanza una mayor altura. Luego, al ir descendiendo la velocidad, disminuye su altura"; "disminuye con el paso del tiempo trayectoria, velocidad y altura".*

Luego de mostrar el movimiento del péndulo, la docente promovió una puesta en común y representó el sistema en el pizarrón graficándose las fuerzas que actuaban, considerando despreciable el rozamiento. Se pidió a los alumnos

que contrastaran sus predicciones con los resultados alcanzados y los anotaran en la Hoja de Resultados (la cual se llevarían para estudiar). Pudimos observar que un grupo de alumnos escribió respuestas equivocadas.

Predicciones para la Demostración 2:

Se solicitó que calcularan la energía potencial gravitatoria inicial, la energía cinética y la velocidad en el punto más bajo de la trayectoria.

Con respecto al cálculo de la energía potencial inicial, en la etapa de predicciones, el 63 % contestó bien. La mayoría de los que lo hicieron mal (34%) no fueron coherentes con el sistema de unidades y sólo un alumno, 3%, no contestó.

Al momento de responder respecto del valor de la energía cinética del cuerpo al pasar por la posición más baja de su trayectoria, 44% (14 alumnos) contesta y justifica bien.

El cálculo de la velocidad del cuerpo en el punto más bajo de su trayectoria y su justificación, fue correcto en un 50%. Dentro de las respuestas equivocadas (19%), por ejemplo encontramos frases como: *"la energía cinética da 0 debido a que la energía potencial es la misma al comienzo y al final"*. Un total de 10 estudiantes (31%) no respondió la consigna.

Para realizar esta demostración, la docente invitó a algunos alumnos a llevarla a cabo. Las velocidades en el punto más bajo fueron medidas en cinco oportunidades y sus resultados se proyectaron sobre la pantalla. Luego se calculó el promedio que se utilizó para obtener los valores de energía solicitados en el protocolo insistiendo en la coherencia del sistema de unidades (recordemos que fue una debilidad observada en la predicción) consignándolos en el pizarrón. Se

pidió a los alumnos que comparan los resultados obtenidos con sus predicciones y a registrar todo en su Hoja de Resultados.

Sin embargo un 22% no anotó en su Hoja el resultado de la energía potencial gravitatoria inicial. El valor de la velocidad promedio fue registrado por la totalidad de los estudiantes, sin embargo existió una pequeña cantidad de alumnos que lo hizo parcialmente (no anotaron cada una de las velocidades y otros que no anotaron nada).

Predicciones para la Demostración 3:

Se solicitó que completaran la tabla que figura en el anexo, calculando los valores a partir de la ecuación (1).

En esta etapa 31 alumnos (97%) pudo completar correctamente la tabla, dentro de este grupo la mitad registró los cálculos para justificar su respuesta. Sólo un estudiante, 3%, no completó la tabla.

Las predicciones más frecuentes fueron volcadas en el pizarrón para su discusión (antes de desarrollar la experiencia) incluso las no correctas, y la docente incentivó a cada estudiante a defender su resultado sin emitir juicio de valor.

Se repitió el procedimiento de la demostración 2 para 4 alturas iniciales distintas. Los resultados fueron volcados en una tabla en el pizarrón que los estudiantes debían copiar en su Hoja de Resultados. A continuación consignamos en una tabla tanto los valores medidos obtenidos con los datos experimentales como los valores calculados, a partir de la ecuación (1) en la etapa de predicción. Por cuestiones de espacio los presentamos en una única tabla, aunque durante la clase se hicieron dos tablas separadas y se las comparó.

Altura inicial (m)	Energía potencial inicial (Joule)		Energía potencial final (Joule)	Energía cinética inicial (Joule)	Energía cinética final (Joule)		Velocidad final (m/s)	
	medida	Calculada			medida	Calculada	med	cal
0,025	0,0151	0,0125	0	0	0,0151	0,0125	0,77	0,70
0,050	0,00361	0,0025	0	0	0,00361	0,0025	1,19	0,99
0,075	0,0046	0,00375	0	0	0,0046	0,00375	1,35	1,21
0,10	0,005	0,0050	0	0	0,005	0,0050	1,4	1,40

Tabla: Resultados obtenidos analíticamente y experimentales

La docente promueve la discusión de los resultados resaltando la idea de la transformación de energía potencial en cinética. Luego pidió a los estudiantes que contrastaran estos resultados con las predicciones generales y personales, haciendo notar la concordancia entre algunas de éstas y los resultados experimentales. Además se les hizo ver cuáles fueron los errores en los cálculos equivocados.

La mayoría de los alumnos (91%) registró los datos experimentales en la tabla. Para justificar sus resultados escriben: *"los resultados son similares a los que pusimos en la predicción por lo tanto la energía se conserva"; "para distintas alturas, los resultados son similares a los de la predicción (dentro de un margen de error), quiere decir que la energía se conserva (se transformó en cinética) ya que Kf = Ui".* Contamos 9 alumnos que no compararon los valores obtenidos con la predicción, simplemente escribió*: "para distintas alturas, la* $U_{inicial}$ *es igual a la* K_{final}*, quiere decir que la energía se conserva".*

Predicciones de la Demostración 4:

Se pretendió analizar la conservación de la energía en otros puntos de la trayectoria del cuerpo.

En la etapa de Predicción, para la altura que alcanzará el cuerpo en el otro extremo luego que se lo libera de 10 cm, las respuestas correctas suman un 66% (21 alumnos), pero debemos mencionar que solamente 7 alumnos justifica con la ecuación de conservación de la energía; el resto recurre a frases tales como: "*si se lanza de los 10 cm, al llegar al otro lado llegará a los 10 cm, porque se conserva la energía, se transforma de cinética a potencial y viceversa*", "*Igual a 10 cm porque el rozamiento es despreciable y la energía se conserva"*.

Un total de 9 estudiantes optó por "llegará a una altura menos de 10 cm", su justificación fue incorrecta: "*va a ser menor de 10 cm porque no tiene la suficiente energía para llegar al otro extremo", "menor que 10 cm, porque la velocidad va disminuyendo*.".

En esta demostración la docente liberó el cuerpo desde 10 cm e hizo notar a los alumnos que la altura que alcanzó en el otro extremo también fue de 10 cm. Debemos aclarar que un grupo de alumnos registró en la Hoja de Resultados este hecho sin justificar con la ecuación de conservación de la energía. Lo que hicieron fue escribir frases tales como: "*Llega a la misma altura porque la energía cinética de abajo se convierte en potencial arriba por la conservación de la energía*.", *Si al largarlo de los 10 cm, del otro lado llegará también a los 10 cm, porque la energía se conserva. La energía cinética se transforma en potencial y viceversa"*.

Predicciones de la Demostración 5:

Por razones de tiempo (un módulo) se llevó a cabo en una clase posterior a la que se realizaron las cuatro demostraciones anteriores. En esta instancia se preguntó si se dejara en libertad el cuerpo por un tiempo prolongado qué sucedería con él. Si bien el rozamiento es bajo, luego de un número de oscilaciones se vería que la amplitud del movimiento disminuiría a causa de la fricción.

En sus predicciones, las respuestas dadas para el apartado donde debían dibujar e identificar todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo de masa M, e indicar si éstas son fuerzas externas o internas, para el sistema formado por el péndulo, el aire y la Tierra, el 50%, lo dibujan, identifican y dicen que son internas, y el 40% lo hace incorrectamente dibujando además de la fuerza del hilo y el peso la fuerza normal o no dibujan la fuerza de rozamiento, sin especificar si son internas o externas al sistema considerado.

La mayoría, 85 %, de los estudiantes describe en forma correcta el movimiento del péndulo a partir del instante en que se lo suelta, diciendo que: *"Si se deja un rato el péndulo se va a ir frenando hasta detenerse, por el rozamiento, va a oscilar hasta frenarse", "oscila cada vez menos debido al rozamiento, es decir disminuye la altura, la velocidad y la trayectoria es cada vez más corta".* Sólo 2 alumnos, contestaron mal, comentando que *"al llegar al otro lado va a alcanzar la misma altura y luego va a disminuir la velocidad"* y uno no contesta.

En referencia a las transformaciones de energía potencial y cinética, el 60 %, responden bien pero sólo el 10% justifica y uno utilizando la ecuación, diciendo *"menor, la energía se transforma en interna, pone ecuación* $W_{ext} = \Delta E$*, si hay*

rozamiento $0=\Delta K + \Delta U + \Delta E_{int}$*"*, el resto los alumnos expresan con palabras *"la energía va a ser menor debido a que se transforma".* El 35%, que responden mal indica que la energía cinética sería *"igual"* o *"mayor"* que la energía potencial, sin justificar sus respuestas.

Cuando el cuerpo se libera a una altura de 10 cm y se permite que continúe el movimiento, la altura alcanzada en el otro extremo será mayor, menor o igual a 10 cm, 75% son los estudiantes que contestan correctamente, de los cuáles ocho justifican con palabras, sin utilizar la ecuación de la energía, diciendo por ejemplo que *"la altura va a ser menor a 10 cm ya que al tener rozamiento, disminuye la velocidad y la altura es cada vez menor".*

La docente colocó el péndulo en un lugar alto para que fuera observado desde toda el aula. Lo apartó de su posición de equilibrio y lo liberó dejando que oscilara durante un período de tiempo largo. Se discutió el, resultado de la observación introduciendo el concepto de energía interna y explicando la disminución de la energía mecánica y el consecuente aumento de energía interna provocado por el rozamiento, tal como se puede deducir de la ecuación general de la energía (1). Los alumnos contrastaron el resultado con sus predicciones y lo registraron por escrito.

Durante el desarrollo de la clase interactiva se pudo observar que los alumnos deseaban ser protagonistas de la tarea experimental operando con el equipo. Sólo una parte minoritaria de estudiantes no participó o se mantuvo indiferente.

Conclusiones

Con nuestra estrategia didáctica pretendemos estudiar la energía de manera integrada. En particular con la experiencia que aquí presentamos reforzamos los conceptos de: sistema, energía potencial gravitatoria, energía cinética, energía interna y las transformaciones que puedan ocurrir dentro del sistema. La estrategia aplicada, basada en el Aprendizaje Activo de la Física, además de favorecer el aprendizaje significativo, contribuye a que los estudiantes se apropien con naturalidad de estos conceptos.

Pensamos que la ecuación de conservación de la energía (1), puede ser un punto de partida y no una consecuencia a la cual se llega al final. Es crucial que el docente sea cuidadoso con el lenguaje utilizado y que sus comentarios sean siempre coherentes con esta presentación.

Si bien se observa que fue posible entablar discusiones en las cuales los alumnos participaron y expresaron sus ideas en un lenguaje apropiado, debemos reforzar la instancia en la cual los alumnos deben registrar los resultados, con su debida justificación, en su hoja.

Los comentarios realizados por los alumnos, muestran que la mayoría han interpretado y comprendido las transformaciones y conservación de la energía de un sistema en ausencia o en presencia de fuerzas disipativas.

Deseamos destacar que esta metodología constructivista de trabajo experimental ayudará a los alumnos no sólo a prepararse para los temas del año próximo, sino que también los hará ingresar en el terreno de la discusión entre pares y a ver la actividad de laboratorio como una instancia de integración de tareas dejando de ocupar el lugar de mero espacio

en el cual se comprueba lo aprendido/presentado en la clase teórica y ejercitado en la clase de problemas.

Finalmente, estamos convencidos de que la metodología propuesta ayudaría a integrar los conceptos referidos a la energía dados en primer año con los tratados en segundo, favoreciendo así una visión más amplia e integrada de la Ciencia y de la Física en particular.

Bibliografía

Aristegui, R.; Baredes, C.; Dasso, J.; Delmonte, J. l.; Fernández, D., Sobico, C., Silva, A. (1999). *Física I: Energía. Mecánica. Termodinámica. Electricidad. Ondas. Nuclear*, Buenos Aires: Santillana.

Ausubel, D.; Novak, J. y Hasenian, H. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista Cognoscitivo*, México: Trillas.

Benegas, J. y Villegas, M. (2006). La Enseñanza Activa de la Física: la Experiencia de la UNSL. *IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física,* San José-Costa Rica, Costa Rica.

Benegas, J.; Sokoloff, D.; Laws, P. y Zavala, G. (2011). *Aprendizaje Activo de Fluidos y Termodinámica, 4° Taller Regional del Cono Sur (AAFyT), 4° Conferencia Regional del Cono Sur, Aprendizaje Activo de la Física, (CRAAF 4)*, San Luis: Universidad Nacional de San Luis.

Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), pp. 319-328.

Dima, G. N.; Follari, B.; Perrotta, M. T. y Gutiérrez, E. (2011). Estrategia para la enseñanza de la energía y su conservación desde una perspectiva integradora, en las carreras universitarias de química y geología. *Latin American Journal of Physics Education*, 5 (1), pp. 273-280.

Jewett, J. W. (2008). Energy and the confused Student IV: A global Approach to Energy. *The Physics Teacher*, 6 pp. 210-217.

Mellado Jiménez, V. (2004). ¿Podemos los profesores de ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes? *VI Jornadas Nacionales y I Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Desarrollado en la ciudad de Buenos Aires, entre los días 6, 7 y 8 de octubre.

Mungan, C. E. (2007). Thermodynamics of a Block Sliding Across a Frictional Surface. *The Physics Teacher,* 45, pp. 288-291.

Perrotta, M. T.; Follari, B.; Dima, G. y Gutiérrez, E. (2010). La energía y su conservación. Aplicación en una situación problemática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, (27) 3, pp. 515-527.

Redish, E. F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite.* Hoboken. NJ: Wiley.

Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (2004). *Física, Volúmen I y II,* México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.

Rubinstein, J. y Tignanelli, H. (2000). *Física I*, Buenos Aires: Estrada.

Sears, F.; Freedman, M.; Young, H. y Zemansky, M. (2004). *Física Universitaria, Volumen I y II*, México: Perason Educación.

Serway, R. (1999). *Física, Tomo I y II*, México: McGraw-Hill.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (1997). Using Interactive Lecture Demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 36:6, p. 340.

Sokoloff, D. R. y Thornton, R. K. (2004). *Interactive lecture Demonstrations*. Hoboken, N. J: Wiley.

Sokoloff, D. y Benegas, J. Laws, P. y Zavala, G. (2009). Módulo I: Introducción, en *Manual de Entrenamiento 2do. Taller Regional del Cono Sur sobre Aprendizaje Activo de la Física: Mecánica*. San Luis: Universidad Nacional de San Luis.

Tipler, P. A. y Mosca, G. (2005). *Física para la Ciencia y la Tecnología. Vol. I*, Barcelona: Reverté.

Zitzewitz, P. W. y Neft, R. (1997). *Física 1 y Física 2: Principios y Problemas*, México: Mc Graw Hill.

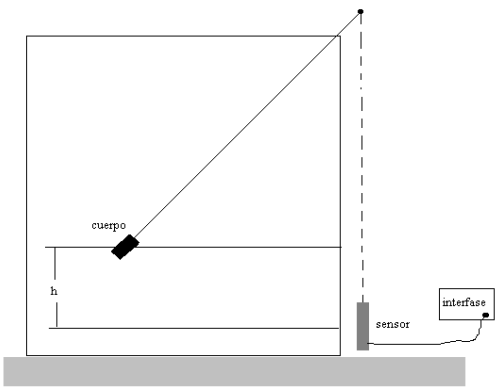
Anexo

Experiencia de Laboratorio: Conservación de la Energía

Hoja de Resultados

Para llevar a cabo esta experiencia se tiene un péndulo. Éste consiste en un cuerpo de masa M colgado de un hilo de longitud L. Se aparta el cuerpo de su posición de equilibrio de manera que se encuentre a una altura h (ver figura) y desde allí se lo deja en libertad. Utilizaremos un sensor de velocidad, una interface y una computadora para medir la velocidad del cuerpo en el instante en que pase por el punto más bajo del recorrido.

Considera como sistema de estudio el formado por el péndulo y la tierra. Supón que el rozamiento es despreciable.



Demostración 1:

Observa atentamente el movimiento del cuerpo desde el instante en que se lo deja en libertad.

a. Dibuja e identifica las fuerzas que actúan sobre el cuerpo de masa M. Para el sistema formado por el péndulo y la Tierra, ¿éstas son fuerzas externas o internas? Explica.

b. Describa como se mueve el péndulo a partir del instante en que se lo suelta.

Demostración 2:

Vamos a liberar el cuerpo de masa 5,108 g cuando se encuentra a una altura h 10 cm y mediremos la velocidad en el punto más bajo de la trayectoria. Para obtener un mejor resultado repetiremos el lanzamiento 5 veces y tomaremos el valor promedio de velocidad.

a. Calcula la energía potencial inicial del sistema U_i =……

b. Medimos la velocidad del cuerpo en el momento en que pasa por el punto más bajo de la trayectoria. Repetimos 5 veces y obtenemos el promedio.
V= …….

c. Calcula a partir de la velocidad promedio medida, la energía cinética en el momento en que el cuerpo pasa por la posición más baja de su trayectoria (energía cinética final) es: K_f =……

Compara los valores obtenidos para la energía potencial inicial, U_i, y energía cinética final, K_f . Explica el resultado.

Demostración 3:

Repetimos la experiencia para las alturas que figuran en la tabla. Registra los resultados.

Demostración 4:

Vamos a liberar el cuerpo desde una altura de 10 cm y permitir que continúe el movimiento. Observa cuál es la altura alcanzada en el otro extremo del movimiento. Prueba con otras alturas.

Explica el resultado a partir de la ecuación de conservación de la energía.

Demostración 5:

Supón que el cuerpo se libera a una altura de 10 cm y se permite que continúe el movimiento, durante un tiempo prolongado. Luego que el cuerpo pasa por el punto más bajo, la altura alcanzada en el otro extremo será

Mayor que 10 cm Menor que 10 cm Igual a 10 cm.

¿Por qué? Explica basándote en la ecuación de la energía.

La Estructura de la Materia. Una propuesta para su enseñanza

Romagnoli, Claudia María[1]; Sebben, Viviana[2]

1: EESO N° 241 de Pujato (Santa Fe)

2: EESOPI Nº 3153 de Rosario (Santa Fe)

clau_romag@yahoo.com; viv_sebben@yahoo.com.ar

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica cuyo objetivo es que los estudiantes reflexionen acerca del interior de la materia, cómo está constituida, cuáles son sus componentes, qué estructura tienen dichos componentes. Se trata el átomo y el estudio de su estructura interna, la imposibilidad de conocer su aspecto interior y la construcción de modelos para visualizar los procesos que se llevan a cabo en el reino subatómico.

La propuesta, dirigida a estudiantes de Físico-Química de 2° año del secundario, se organiza en 10 clases de 80 minutos, que se desarrollan en el aula tradicional, el laboratorio, la biblioteca y la sala de informática.

Se presenta este diseño, planteado desde un enfoque constructivista, se pretende que el estudiante construya en forma activa significados, partiendo de sus propias ideas. El docente facilitará la adquisición de nuevos conceptos mediante actividades –experimentos, proyección de videos, utilización de software de simulación como recurso didáctico- que ofrezcan oportunidades para que el estudiante explique sus ideas propias, las reestructure, las construya y las modifique, si es necesario, aproximándolas hacia las nuevas concepciones.

Para la evaluación se presentan dos tipos de actividades que forman parte de la evaluación integrada: individuales y grupales con el uso de cuestionarios escritos.

Palabras clave: Estructura interna de la materia; Propuesta didáctica; Modelo cinético-molecular; Simulaciones.

Introducción

La mayoría de los diseños curriculares de Ciencias Naturales tienen como objetivo que los estudiantes comprendan el modelo de estructura de la materia pues, tal como lo afirma Nussbam (Driver, Guesne y Tiberghien; 1992) "en la Ciencia actual, la noción fundamental de que toda la materia está compuesta de partículas y no es continua es de primordial importancia para toda explicación causal de cualquier tipo de cambio material".

La estructura de la materia es uno de los temas centrales en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Argentina, tanto en primaria como en secundaria. En los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) para las Ciencias Naturales del

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación correspondientes al séptimo grado de enseñanza primaria, elaborado en 2006, se presenta como uno de los temas del eje *En relación con los materiales y sus cambios*: La utilización del modelo cinético corpuscular para explicar algunas características de los estados de agregación. El tema se amplía dentro del mismo eje, en los años siguientes, en octavo (actual 1° año): La utilización del modelo cinético corpuscular para explicar los cambios de estado de agregación y el proceso de disolución y El acercamiento a la teoría atómico-molecular y el reconocimiento de los constituyentes submicroscópicos de la materia tales como moléculas, átomos y iones. En noveno (actual 2° año): La utilización de la teoría atómico-molecular para explicar la ley de conservación de la masa y los cambios químicos entendidos como un reordenamiento de partículas, comenzando a hacer uso del lenguaje simbólico para representarlos mediante ecuaciones. En el caso de la jurisdicción de Santa Fe, tal como se indica en las Orientaciones curriculares para la Educación secundaria. Ciclo Básico. Versión febrero 2012, los contenidos que corresponden al nivel secundario son abordados desde la unidad curricular de la Físico Química, en el 2° año, en los ejes: *Teoría atómico-molecular* y *Las reacciones químicas en la vida diaria.*

Se presentan como antecedente de esta investigación los trabajos, de las mismas autoras:

- Panella, E., Romagnoli C. y Sebben, V. (2010) *El modelo de estructura de la materia en los libros de texto.* En el artículo se muestra un estudio sobre cómo se introduce la estructura de la materia en algunos libros de Ciencias Naturales de séptimo grado. En esa oportunidad se aplicó un procedimiento de análisis mediante el cual se pudo observar que, en general, esos textos son coherentes con un modelo tradicional

de enseñanza, no problematizan ni tienden a generar dudas para que el lector construya aprendizajes. Gran parte de la bibliografía para este nivel -últimos años de la primaria y primeros del secundario- presentan el modelo de partícula con criterio de autoridad científica, adoptando esferas como tipo de representación de las mismas. Una vez introducido el modelo se busca describir y explicar, a partir de éste, los estados de agregación de la materia. También se aplica el modelo en la distinción de dos tipos de partículas, átomos y moléculas, introduciendo luego el modelo atómico. En general son textos de tipo informativo, proporcionan datos y agregan explicaciones, descripciones con ejemplos y analogías, sugiriendo un texto expositivo con escasez de elementos problemáticos y de experimentos. En la mayoría de los casos se presentan conocimientos ya elaborados y actividades que se resuelven como aplicaciones de los mismos.

- Romagnoli C. y Sebben, V. (2012) *Representaciones de los alumnos de primaria acerca de la estructura de la materia.* El trabajo muestra una investigación acerca de las representaciones sobre la estructura de la materia en los estudiantes de sexto y séptimo grados de la Escuela Primaria. Se aplicó un cuestionario escrito para el sondeo y el análisis de las ideas referidas a la estructura de la materia que tienen los alumnos, previas a la enseñanza del tema. Los estudiantes responden dibujando, eligiendo opciones, realizando diagramas y descripciones relacionados con las representaciones que ellos tienen sobre la estructura de la materia. En esos modelos de partículas prevalecen las nociones de continuidad de la materia, la ausencia

de la idea de vacío y, en general, predomina un punto de vista ingenuo en las representaciones con un rasgo macroscópico en la descripción de la estructura de las partículas.

Los resultados obtenidos en esas investigaciones, acerca de las ideas que tienen los estudiantes, referidas a la estructura de la materia, previas a la enseñanza de estos tópicos y los modelos que presentan los libros de textos que esos estudiantes utilizan -sin tener en cuenta las nociones de los lectores referidas al tema-, motivaron el planteamiento de una propuesta didáctica donde se consideren las ideas de los estudiantes relacionadas con la estructura de la materia, previa a la enseñanza del tema, para luego poder utilizar los libros de textos sobre estos tópicos, que presentan las diferentes editoriales, entre otros recursos didácticos.

Contextualización

La propuesta está dirigida a estudiantes de 2° año del secundario, que no hayan desarrollado aún los contenidos relacionados con la estructura de la materia.

Los contenidos a desarrollar mediante estas actividades se encuentran incluidos en los programas actuales de la provincia de Santa Fe, dentro de la unidad curricular de la Físico Química, a saber, dentro del eje *Teoría atómico-molecular:* Los materiales en la vida cotidiana: sus propiedades y usos; Estados de la materia; Propiedades generales y características. Y del eje *Las reacciones químicas en la vida diaria:* Estructura atómica: modelos atómicos; Uniones químicas.

Marco teórico

Se hace necesario enmarcar teóricamente esta investigación con la búsqueda de las bases científicas correspondientes al modelo de estructura de la materia que sustentan el Diseño Curricular vigente, contenidos en los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para las Ciencias Naturales.

Según Mulhall, Massa, Sanchez, Marchisio (1985) la interpretación de observaciones cuantitativas y las leyes generales propuestas por Charles y Gay-Lussac referidas al comportamiento de los gases en el siglo XVII, requerían algún tipo de representación o modelo para el sistema gaseoso. Es Boyle quien propone dos modelos opuestos, estáticos y cinéticos, aceptando la imagen materialista en la concepción del atomismo. En 1738 Bernoulli retoma el modelo cinético anterior y lo reformula admitiendo la existencia de vacío. A partir del siglo XIX, para explicar el comportamiento de la materia y las características de los gases, los científicos propusieron la denominada teoría cinética de los gases. Su ampliación a líquidos y sólidos dio lugar al modelo cinético-molecular de la materia. Este modelo se basa en dos postulados fundamentales: la materia es discontinua, es decir, está formada por un gran número de partículas separadas entre sí por espacios no ocupados por materia y, las partículas materiales se encuentran en constante movimiento debido a fuerzas de cohesión y de repulsión. Según que predominen unas u otras fuerzas, la materia se presenta en estado sólido, líquido o gaseoso.

Las dificultades que tienen los estudiantes sobre el modelo de estructura de materia, han sido bastante investigadas, según Furió y Furió (2000) suele emerger una

visión realista ingenua, en la que se considera que cualquier ‘‘hecho real’’ es la imagen directa que detectan los sentidos. Gran parte de las generalizaciones erróneas que cometen los estudiantes se basan en considerar que al nivel microscópico la materia es igual que en el mundo macroscópico de los materiales, pero en diminuto; tal como lo expresa Gallegos y Garritz (2004) "la representación continua es aquella con la que se encuentran más familiarizados, (…) se refleja en el traslado de las propiedades macroscópicas a las partículas microscópicas".

El estudio de los modelos de estructura de la materia, y su vinculación con los procesos de enseñanza y aprendizaje, es importante porque como afirma Nussbam (Driver, Guesne y Tiberghien; 1992), el modelo de partículas no es un modelo que pueda ser construido fácil ni rápidamente por los estudiantes; la incorporación del mismo exige una difícil acomodación de los preconceptos populares. Los estudiantes afrontan el aprendizaje del modelo de partículas con un modelo alternativo bastante estable según el cual la materia se concibe básicamente como continua y estática. Los aspectos de la teoría de partículas más difícilmente asimilables por los estudiantes son los más disonantes con sus concepciones antecedentes de la naturaleza de la materia. Estos aspectos son: el espacio vacío (el concepto de vacío), el movimiento intrínseco (cinética de partículas) y la interacción entre partículas (trasformación química).

Desde el punto de vista didáctico, la propuesta que se plantea se basa en una perspectiva constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje, que promueve tareas que posibilitan, tal como lo expresa Ramal Zea (1999) "dialogar, pensar y dudar, pues nos parece de escaso interés que los estudiantes 'conozcan las fórmulas' o 'reciten la definición', si éstas no han servido para una reflexión previa" (p. 131)

El diseño se inicia con la aplicación de un cuestionario escrito para realizar el sondeo de los conocimientos previos de los estudiantes relacionados con la estructura de la materia. A tal fin se realiza una investigación bibliográfica de artículos donde se describen categorías en torno a las cuales se agrupan las ideas intuitivas de los estudiantes sobre este tema. Entre los autores que se han tenido en cuenta para dicha confección pueden mencionarse a Driver, Guesne y Tiberghien (1992), Furió, Carlos y Furió Cristina. (2000), Gallegos y Garritz (2004), Gómez Crespo y Pozo (2000) y Kind (2004).

A lo largo de la propuesta y siguiendo las ideas de Peduzzi y Zylbersztjan (1997) se desarrollan estrategias que hacen uso de algunos conceptos históricamente superados, las cuales, además de situar y dar un sentido más amplio a algunas ideas intuitivas de los estudiantes, pone en evidencia la necesidad de reformular algunos de sus conceptos, a fin de que se tornen consistentes con lo que la ciencia hoy determina como aceptable.

La Historia de las Ciencias, en este caso y tal como lo expresa Campanario (1998) puede ser ventajosa para identificar concepciones erróneas y para comprender conceptos más complicados teniendo en cuenta su origen y evolución.

A lo largo de la propuesta se utilizan las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) como medios didácticos facilitadores del proceso de enseñanza-aprendizaje. Dentro de las mismas se considera el uso de la computadora y la proyección de videos. En particular se aplican animaciones explicativas y software de simulación, considerando como lo afirman Valente y Neto (1992) la importancia del uso de soportes lógicos de simulación ya que posibilitan situar a los estudiantes en un mundo intermedio entre lo concreto y lo abstracto, permitiendo establecer más fácilmente el puente entre la fase

concreta y la fase formal. También es importante considerar que la simulación puede prestar una valiosa contribución y consolidación del conocimiento cualitativo, fundamental para la comprensión significativa del conocimiento cuantitativo.

En cuanto a la realización de experimentos, que también complementan esta propuesta, se tienen en cuenta las recomendaciones de Gil Pérez y Valdéz Castro (1996) quienes sostienen que los estudiantes deben familiarizarse con la riqueza de la actividad científica superando los reduccionismos habituales y favoreciendo una reflexión que refuerce la apropiación consciente de las estrategias del trabajo científico.

Finalmente y como fundamento teórico de esta propuesta se aclara que los diferentes tipos de actividades, tal como lo expresan Gil Pérez y cols. (1999), se plantean desde su implementación en forma integrada y no "por separado", sin distinguir entre aprendizaje de conceptos, resolución de cuestiones, uso de TIC, en especial simulaciones y realización de experimentos.

Metodología

Se presenta un diseño basado en un enfoque constructivista del proceso de enseñanza y aprendizaje que pretende que los estudiantes, partiendo de sus propias ideas construyan en forma activa significados. En esta propuesta el docente actúa como facilitador en la adquisición de nuevos conceptos, planteando actividades variadas e integradas, tales como cuestionarios, experimentos, proyección de videos, utilización de software de simulación. De esta manera los estudiantes pueden explicar sus propias ideas, las reestructuren,

las construyan o modifiquen si es necesario, aproximándolas hacia nuevas concepciones.

La propuesta se organiza en diez clases de ochenta minutos; las mismas se desarrollan en el aula tradicional, en el laboratorio, en la sala de informática y en la biblioteca.

En el trabajo áulico se contempla el uso de exposiciones dialogadas sobre las temáticas específicas vinculadas con la estructura de la materia, de manera de propiciar la participación activa de los estudiantes, provocando su interés. Además de proponer actividades individuales, -tales como búsqueda de información, resolución de cuestionarios-, se enfatiza el trabajo grupal ya que se da importancia al aprendizaje colaborativo, a la escucha de las propuestas de otros compañeros, a los acuerdos que deben generarse. Dichas actividades en grupo pueden ser la realización de experimentos, el uso de ordenadores, la aplicación de simulaciones, el sondeo bibliográfico. Se incentiva, además, el intercambio discursivo en el aula de manera de estimular la argumentación, en especial utilizando el vocabulario específico.

En cuanto a la evaluación, la misma será constante, continua, correctiva, individualizada y sumativa. Se tendrá en cuenta la participación, el trabajo y las actitudes de los estudiantes en cada etapa del proceso de enseñanza y aprendizaje, para lo cual se tendrán en cuenta tanto las actividades individuales como grupales.

Diseño didáctico

A continuación se detallan los objetivos y contenidos en los que se basa esta propuesta didáctica.

Contenidos:

La estructura de la materia. Modelos atómicos y su evolución. Modelo cinético corpuscular. Estados de agregación: caracterización macro y microscópica. Cambios de estado.

Objetivos:

Que los estudiantes puedan

- Expresar sus concepciones referidas a la estructura de la materia.
- Reconocer la necesidad del uso de modelos para explicar la estructura de la materia.
- Identificar las características del modelo cinético molecular.
- Contrastar los diferentes modelos a través de su evolución histórica.
- Establecer diferencias macroscópicas y microscópicas en los diferentes estados de la materia.
- Explicar los cambios de estado de la materia a través del modelo cinético molecular.

A continuación se presenta una tabla para mostrar un diseño concreto de abordaje didáctico de los contenidos mencionados. En la primera columna aparecen las clases en forma cronológica detallándose el propósito de la misma, en la segunda aparecen las actividades propuestas y en la tercera el tiempo estimado para su realización.

Etapas	Actividades	Tiempo
Sondeo de ideas previas	Se presenta un **cuestionario escrito** para conocer qué representaciones referidas a la estructura de la materia tienen los estudiantes, previa a la enseñanza del tema. Además se intenta sondear si la distinta apariencia perceptiva de la materia, en sus diferentes estados de agregación, influye en esas representaciones. Asimismo se pretende considerar las nociones de continuidad y discontinuidad de la materia y el surgimiento de ideas referidas al vacío.	80 minutos
Introducción al tema: **1.-** Un cuento **2.-** La naturaleza que no vemos	**1.-** Se introduce el tema con un **cuento** donde un joven rey debe "adivinar" el contenido de un cofre hermético, sin poder abrirlo. Se recurre a este relato para abordar como analogía el estudio del mundo interior de la materia, que aún es más inaccesible que el cofre del rey. **2**.- Se propone la realización de un **trabajo práctico–experimental** en grupos. Cada uno debe llenar cajitas de madera con objetos cotidianos de distintos materiales y tamaños y cerrarlas herméticamente. Luego realizan un intercambio de las mismas para que los otros grupos determinen, sin abrirlas, el contenido mediante la **exploración**. El objetivo es presentar a los estudiantes situaciones similares a las que se enfrentan los científicos al tratar de conocer la estructura de la materia.	80 minutos
Experimentos sencillos	Se propone la realización de **experimentos sencillos** en los cuales los estudiantes deben plantear lo que suponen sucederá a partir de observaciones macroscópicas, mediante un modelo explicativo desde el punto de vista microscópico. Mediante los experimentos se busca dar respuestas a las siguientes cuestiones: ¿Será la materia tan compacta como parece a simple vista?; ¿Habrá en su interior espacio vacío?	2 clases de 80 minutos
Uso de TIC Recorrido histórico	Dado que los modelos ayudan a entender procesos difíciles de visualizar, se propone a los estudiantes la búsqueda de información acerca de la evolución de los modelos de la estructura de la materia Se recurre a la Historia de las Ciencias para descubrir que los modelos se evalúan en términos de su utilidad.	80 minutos

Uso de TIC Proyección de Videos: La clave está en la organización	Se **proyecta el video** "La vida en las estrellas" de Carl Sagan, los capítulos 1, 2 y 3[19]. El propósito es responder al interrogante: Si los seres vivos y los entes inanimados están formados mayoritaria-mente por el mismo tipo de elementos, ¿qué es lo que determina que "algo" sea vivo y "algo" sea inerte? Para dar respuesta se reflexiona sobre la "organización".	80 minutos
Uso de TIC Animaciones y Simulaciones para trabajar los estados de la materia	Para la **explicación de los diferentes** modelos de estructura de la materia se utiliza un material que está en la web[20] "Estados de la materia" que incluye conceptos, descripciones, ejemplificaciones, animaciones de los diferentes estados de la materia y sus cambios, así como actividades finales. Se complementa con otro recurso interactivo "Viaje al interior de la materia"[21] que ayuda a comprender cómo está constituida la materia. Además se **utilizan simulaciones** para abordar los cambios de estado de la materia. Se proponen diferentes situaciones modificando los factores que influyen en los cambios de estado de la materia. En la web existen simuladores interactivos como el "Estados de la material"[22] presentado por la Universidad de Colorado. En el cual, mediante la modificación de variables, el estudiante puede comprobar los cambios de estado y comprenderlos desde una perspectiva cinético-molecular.	80 minutos
Actividades de integración	**1.-** Se presentan situaciones donde los estudiantes deben aplicar todo lo desarrollado para establecer las características macroscópicas y microscópicas de la materia. Además representar gráficamente los modelos con que se representa la materia en los diferentes estados de agregación. Además de describir y diferenciar cada uno de ellos. **2.-** Realización de experimentos donde se observa el cambio de estado de sustancias diferentes. Cristalización de algunas sustancias y observación de las estructuras con el microscopio.	2 clases de 80 minutos

[19] http://www.youtube.com/watch?v=fnKaRp87CA8; http://www.youtube.com/watch?v=U5-rYLc0kVU; http://www.youtube.com/watch?v=VQh5pt70v6g

[20] http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/estados1.htm

[21] http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/materia/web/index.htm

[22] http://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter

Actividades evaluativas **1.-** Revisión de todos los contenidos desarrollados **2.-**Búsqueda Bibliográfica	**1.-** Resolución de un **cuestionario individual escrito** para afianzar las caracterizaciones de los modelos de la materia en sus diferentes estados. **2.-** Como actividad de **evaluación grupal** se propone a los estudiantes revisar la bibliografía a la que tienen acceso desde la Biblioteca escolar. Realizar la búsqueda y la lectura interpretativa del tema "Estructura de la materia" y elaborar una descripción de los modelos que presentan esos libros para representar el interior de la materia. El propósito es promover la discusión y la comparación con lo desarrollado en clase.	80 minutos

Conclusiones

Esta propuesta didáctica posibilitará repensar, describir y analizar desde una nueva perspectiva, la enseñanza de temas vinculados con la estructura de la materia que conlleva dificultades en su aprendizaje, tal como lo afirman Nappa y Pandiella (2013) por un lado porque son conceptos abstractos con los cuales el estudiante no puede interaccionar directamente, y por otro lado, porque existen numerosos modelos explicativos, con representaciones estructurales que se han ido conformando a lo largo de la historia científica.

En cada uno de los encuentros pedagógicos, el trabajo permitirá abordar el aula como un espacio abierto a la interacción, de manera que ofrecerá oportunidades para que el estudiante haga explícitas sus concepciones y tenga la posibilidad, a lo largo de las clases, de reestructurarlas, construirlas y modificarlas, si es necesario, aproximándolas hacia los conceptos científicos referidos a la estructura interna de la materia.

Se intentará siempre forjar un espacio donde los estudiantes se erijan como sujetos activos del proceso de

enseñanza-aprendizaje de manera que puedan aproximarse no sólo a aquellos contenidos preestablecidos, sino trabajar a partir de sus intereses y su realidad próxima.

A modo de síntesis, y como dice Ernesto Sábato (1991, p. 90), se trabajará siempre con el convencimiento de que, "*El ser humano aprende en la medida en que participa del descubrimiento y la invención. Debe tener libertad para opinar, para equivocarse, para rectificarse, para ensayar métodos y caminos, para explorar*".

Bibliografía

Campanario, J. M. (1999). Ventajas e inconvenientes de la historia de la ciencia como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Revista Enseñanza de la Física. 11 (1), pp 5-14.*

Capuano, V. y cols (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8º EGB. *Revista Iberoamericana de Educación, 44(2)*. Recuperado el 20 de junio de 2013 de *http://www.rieoei.org/expe/1837DimaV2.pdf*

Driver, R., Guesne, E.y Tiberghien, A. (1992). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* (2ª ed.). Madrid: Ediciones Morata.

Furió, Carlos y Furió Cristina. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Revista Educación Química, 11(3), 300-308.* Recuperado el 9 de junio de 2012 del sitio web:

http://www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/diplomados/anteriores/medio_superior/gdf08_quimica/material/LaQuimicaysuDidacticaI/2s/EQ11_Dificultades_Conceptuales_Furio_2000.pdf

Gaite Cuesta, M. (2005) *Iniciación interactiva a la materia. Estados de la materia.* CNICE -Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa- Recuperado el 5 de junio de 2013 del sitio: *http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/index.html*

Gallegos, L. y Garritz, A. (2004). Representación continua y discreta de la materia en estudiantes de química, *Revista Educación Química,15(3), pp. 234-242.* Recuperado el 9 de junio de 2012 de *http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/gallegos-garritz_eq_2004.pdf*

Gil Pérez, D. y colaboradores. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?" *Revista Enseñanza de la Física. 17 (2), pp. 311-320.*

Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Revista Enseñanza de las Ciencias, 14(2), pp. 155-163.*

Godino, Ma. E., Marini, S., Oliva, A. (2006) *Estructura de la materia. Capítulo 1. 7º EGB.* Departamento de Física. Instituto

Politécnico Superior "Gral. San Martín" Universidad Nacional de Rosario

Godino, M., Marini, S., Oliva, A. (2009) Análisis de las estrategias utilizadas en la enseñanza de los fenómenos térmicos. [Resumen]. *Memoria de la Décimo sexta Reunión de Educación en Física, m_55.*

Gómez Crespo, M. A. y Pozo, J. I. (2000) Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío. *Revista de Educación e Innovación Educativa–Tarbiya N°26 pp. 117-139.* Recuperado el 9 de junio de 2012 del sitio del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma Madrid *http://www.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya026.pdf*

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. (2ª ed.) México: Aula XXI. Santillana. Recuperado el 9 de junio de 2012 del sitio Scribd: *http://es.scribd.com/doc/57147613/Mas-alla-de-las-apariencias*

Mezquita, P., Martí, J. y Pina, A. (2000) Viaje al interior de la Materia. Ciencias de la Naturaleza 1er.ciclo de ESO. Editor: Ministerio de Educación de España ITE, webmaster@ite.educacion.es. Recuperado el 5 de junio del sitio: *http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/materia/web/index.htm*

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Presidencia de la Nación (2006). *Núcleos de Aprendizajes Prioritarios.* Tercer ciclo EGB / Medio (7°, 8° y 9°) Ciencias Naturales. Buenos Aires. Argentina.

Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (1999). *Diseño Curricular Jurisdiccional*. *Tercer ciclo de la E.G.B. Matemática, Ciencias Naturales Tecnología*. Santa Fe. Argentina.

Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. (2012). *Educación secundaria. Ciclo Básico. Orientaciones curriculares.* Santa Fe. Argentina.

Mulhall, W., Massa, M., Sanchez, P., Marchisio, S. (1985*). Introducción a la Teoría de la Estructura de la Materia*. Versión preliminar. Rosario: FCEIA, UNR.

Nappa, N. R. y Paniella, S. B. (2013). Construcción de modelos atómicos a través de simulaciones. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa N° 43.* Recuperado el 5

de junio de 2013 del sitio web: *http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/pdf/Edutec-e_n43-Nappa_Pandiella.pdf*

Panella, E., Romagnoli C. y Sebben, V. (2010) El modelo de estructura de la materia en los libros de texto. *Memoria del Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física, pp. 329-339.*

Panella, E., Romagnoli, C., Sebben V., Sdrigotti, A. (2009) La caída de los cuerpos. Una mirada desde las situaciones reales. *Memorias del X Conferencia Interamericana de Educación en Física.* Colombia. Universidad de Antioquía.

Phet Interactive Simulations (2012) States of Matter (Versión 1.10). [Software de cómputo]. Copyright 2004-2012 University of Colorado. Boulder. USA. Recuperado el 5 de junio de 2013 de http://phet.colorado.edu/en/simulation/states-of-matter

Peduzzi, L. O. Q. y Zylbersztajn, A. (1997). La Física de la fuerza impresa y sus implicaciones para la enseñanza de la mecánica. *Revista Enseñanza de la Ciencias. 15 (3), pp. 351-359.*

Ramal Zea, J. M. (1999) Por una concepción moderna de la Enseñanza de la Física. *Revista Enseñanza de la Ciencias. 17 (1), pp 131-137.*

Romagnoli C y Sebben, V (2012) Representaciones de los alumnos de primaria acerca de la estructura de la materia. [Resumen]. *Memorias del Decimoprimer Simposio de Investigación en Educación en Física, p 34.*

Sábato, Ernesto. (1991). *Apologías y rechazos*. Seix Barral. Buenos Aires.

Valente, M. y Neto, A.J. (1992). El ordenador y su contribución a la superación de dificultades de aprendizaje en mecánica. *Revista Enseñanza de las Ciencias. 10 (1), pp. 80-85.*

Laboratorio Abierto: Nuevas Estrategias, Metodologías y Materiales Didácticos.

Stei, Jorge[(1)]; Alustiza, Diego[(1,3)]; Weber, Fernando[(1)]; Baade, Nieves N.[(1)]; Zerbino, Lía M.[(1,2,3)]

1: IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN.

2: FI-UNLP.

3: CIOp. CONICET. CIC-BA

jorge.stei@edelap.com.ar

Resumen

Desde hace algunos años nuestro grupo se propone, entre sus objetivos, optimizar la enseñanza de la física a partir de experiencias de laboratorio que posibiliten un dialogo permanente entre la teoría y la práctica, que incluya la indagación, la experimentación, el planteo de hipótesis y la elaboración de conclusiones. Parte de este material fue implementado en experiencias piloto con resultados muy positivos, que hemos informado en reuniones científicas previas. Sin embargo, estas innovaciones no se consiguieron extender a los doce cursos de Física II que se dictan habitualmente en la

Regional. No todos los docentes lograron incorporar estas nuevas estrategias, y muchos continuaron realizando en sus cursos unos pocos laboratorios tradicionales. Como un nuevo desafío y con el fin de superar las dificultades que han impedido la masificación de estas nuevas estrategias, hemos planteado la implementación de un sistema que llamamos Laboratorio Abierto, cuyas características principales, basadas en los conceptos que Guy Brousseau presenta en la "Teoría de las Situaciones Didácticas", detallaremos en este trabajo, ejemplificando además con un caso particular. Se comentan resultados preliminares de su puesta en marcha.

Palabras Clave: Laboratorio Abierto; Adidáctica; Aprendizaje por adaptación; Electricidad y magnetismo.

Introducción

La enseñanza de la física, en las carreras universitarias de grado debe servir de puente para pasar de un conocimiento común a uno más elaborado, sistemático y científico, que permita:

- transformar un conocimiento dogmático y mítico en uno más cercano al mundo que encierra el avance de la ciencia y la tecnología.
- traspasar barreras de la pasividad a la acción, del oscurantismo a la claridad, del mecanicismo a la innovación, de la individualidad al trabajo en equipo, de la repetición a la creación, de la verificación a la construcción del saber.

En este marco, se propone optimizar la enseñanza de la física a partir de prácticas de laboratorio que posibiliten un dialogo permanente entre la teoría y la práctica, que incluya la indagación, la experimentación, el planteo de hipótesis y la elaboración de conclusiones.

En síntesis, se pretende generar un espacio, a nivel individual y colectivo, dinámico de realizaciones, de pensamientos convergentes y divergentes y concertar acciones que favorezcan el pensamiento científico y la formación social y colectiva.

En nuestra regional, a partir de la adquisición, por medio del PROMEI, de moderno equipamiento de laboratorio, que incluye nuevos kits didácticos, placas adquisidoras, sensores, software de control entre otros, hemos diseñado nuevas experiencias y guías de laboratorio que se ajustan a estos nuevos lineamiento con el objetivo de actualizar y aumentar el n° de experiencias a realizar por los alumnos. Parte de este material fue implementado en cursos piloto, teóricos prácticos experimentales, con resultados muy positivos, que hemos informado en diferentes encuentros y reuniones científicas (Baade et all, 2006) y Zerbino et all, 2007). Sin embargo, estas innovaciones no se consiguieron extender a los doce cursos de Física II que se dictan habitualmente en la Regional. No todos los docentes lograron incorporar estas nuevas estrategias, y muchos continuaron realizando en sus cursos unos pocos laboratorios tradicionales.

Algunos de las razones que han imposibilitado esta transición pueden resumirse en la:

- Imposibilidad de unificar horarios de teoría y práctica
- Baja relación docente-alumno en las clases de laboratorio

- Falta de tiempo para que los docentes se familiaricen con los nuevos elementos y la nueva metodología.

Como un nuevo desafío y con el fin de superar las dificultades que han impedido la masificación de estas nuevas estrategias, hemos planteado la implementación de un sistema que llamamos Laboratorio Abierto, cuyas características principales detallaremos en este trabajo, ejemplificando con un caso particular y que encuadramos en el Marco Teórico que describimos a continuación.

Marco Teórico

Las innovaciones didácticas desarrolladas por el grupo en las experiencias piloto ya citadas se enmarcan en una concepción constructivista del aprendizaje al cual hemos hecho referencia en las publicaciones previas (Baade et all, 2008) y (Zerbino et all, 2008). Para el caso especial del Laboratorios Abierto y dentro de esa misma concepción, hemos intentado adoptar una propuesta didáctica basada en los conceptos que Guy Brousseau presenta en la "Teoría de las Situaciones Didácticas", aplicada en particular a la enseñanza de la matemática y que hemos adaptado a la enseñanza de la física. Entendimos que ésto nos posibilitaría identificar claramente el papel de los instrumentos tecnológicos en el aprendizaje de los estudiantes, precisar el nuevo rol del profesor y garantizar el efecto que tendrán las estrategias en el aprendizaje.

Esta Teoría considera especialmente el llamado **Aprendizaje por adaptación**, en el que el sujeto o estudiante:

- se enfrenta con el problema planteado,

- ejerce acciones sobre el medio (experiencia) y el medio en estudio reacciona,
- analiza esa reacción por retroacción iterativa y saca conclusiones, reforzando el conocimiento.

Este proceso es considerado una **¨situación adidáctica¨**, ya que involucra solamente la interacción entre sujeto y medio sin intervención del docente "*como el medio es impersonal, no tiene ninguna intención didáctica: no desea enseñarle nada al alumno*" (Acosta, 2010). Ver el recuadro interior del esquema de la figura 1.

La teoría de Brousseau (2007) propone la integración de esta situación adidáctica en una situación didáctica, en la que el profesor interviene en dos instancias fundamentales: inicialmente diseñando y produciendo la intención disparadora del proceso adidáctico y como culminación institucionalizando en un saber final, que es el objetivo buscado, los conocimientos producidos por los alumnos en el proceso de adaptación al medio, ver esquema completo de la Fig 1.

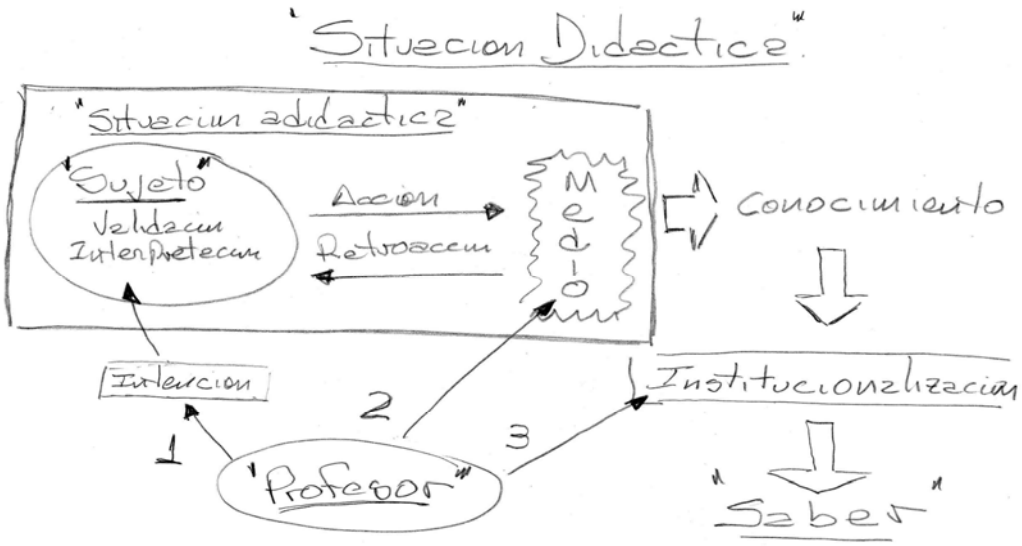


Figura 1. Esquema de la estrategia. Situación adidáctica integrada en la Situación didáctica.

Es importante destacar que para que el proceso sea exitoso el docente debe preparar previamente la situación a ensayar, previendo las posibles respuestas y retroacciones del medio de manera que el caso puntual a estudiar no sufra dispersiones y que la consigna planteada como intención sea clara y completa en el conjunto de conceptos previos de los alumnos. De esta manera la situación didáctica comienza cuando el docente presenta al alumno el medio con el que interactuará formulando claramente la intención o consigna para la actividad.

El alumno acepta el problema como suyo y en este marco de trabajo planteado el docente se abstiene de comunicar el saber, sólo debe intervenir durante la situación adidáctica, limitándose a animar al alumno a resolver la situación, tomar conciencia de sus posibilidades , haciendo que él mismo decida si resolvió la intención planteada (validación). Si el alumno fuera llevado a la solución del problema, no estaría tomando decisiones y no estaría entonces produciendo conocimiento.

Según Patricia Sadovsky (2012) "La concepción constructivista lleva a Brousseau a postular que el sujeto produce conocimientos a partir de la adaptación a un medio "resistente" con el que interactúa" y cita: "*El alumno aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, dificultades, desequilibrios, un poco como lo hace la sociedad humana. Ese saber fruto de la adaptación del alumno, se manifiesta por las respuestas nuevas que son la prueba del aprendizaje*" Brousseau, (1986).

A partir de aquí, mediante la puesta en común de los resultados y conclusiones o conocimientos de los distintos grupos de trabajo, el profesor comienza la etapa integradora en la que entre todos recorrerán el camino de institucionalización: la transformación de los conocimientos individuales en el saber científico que se desea producir.

Laboratorio Abierto

La denominación de "Abierto" está dada por los siguientes aspectos:

- Porque los alumnos pueden abordar las clases experimentales cuando quieran o puedan dentro de un período de tiempo acotado.
- Porque está a disposición de todos los alumnos de Física II sin importar a qué curso o carrera pertenezcan.
- Porque los alumnos en este sistema, tienen la posibilidad de abordar la problemática planteada de manera abierta con el compromiso de ser parte activa, tomando decisiones realizando hipótesis y elaborando

conclusiones, de acuerdo a la propuesta metodológica que se desprende de las consideraciones explicitadas en el Marco Teórico.

Objetivos Generales

- Universalizar las prácticas de laboratorio al conjunto de alumnos que cursan Física 2.
- Aumentar el número de prácticas que realiza cada alumno.
- Utilizar estas experiencias como herramienta de aprendizaje y consolidación de competencias tanto de saberes como de habilidades experimentales y reconocimiento de las incertezas propias de las medidas y los métodos.

Objetivos específicos

- Aceptar la diversidad y la integración de los estudiantes de cualquier carrera de ingeniería conformando grupos heterogéneos de trabajo.
- Estimular a los estudiantes a la investigación, experimentación, observación, manifestación, confrontación, y a la redacción de informes.
- Ayudar a los alumnos a convertirse en parte activa de la ciencia, con inclusión, con la posibilidad de ser protagonistas y no pasivos receptores.
- Entrenar a los alumnos en la elaboración de informes, donde deberán consignar sus hipótesis y conclusiones.

Características

- La oferta de contenidos del Laboratorios Abierto abarca hasta el momento 20 situaciones experimentales para las que hemos diseñado las correspondientes Propuestas en las que constan una descripción del material a utilizar (medio) y el planteo de consignas (intención) que serán usadas por los alumnos en el desarrollo de un aprendizaje por adaptación (Situaciones adidácticas). Se presentan agrupadas en el Manual del Laboratorio Abierto, que incluyen en tres capítulos: Campo electrostático y magnético, Circuitos eléctricos, Termodinámica y un Apéndice en el que se presentan en anexos: Notas para la elaboración de informes, Incertezas, teoría de errores, y Manual operativo del software de la interface de la placa adquisidora Easy Cassy.
- Los informes se entregan a la semana siguiente en forma digital en el correo del Laboratorio, en forma grupal o individual.
- Actualmente la oferta temporal es de 2 sesiones diarias en entre turnos de cursadas. En cada sesión los grupos de trabajo pueden realizar experiencias distintas y más de una, dependiendo de las características de cada grupo.
- Los alumnos se inscriben previamente y en cada jornada se conforman equipos de cuatro integrantes.
- El Laboratorio tienen como sede, un aula dedicada a tal fin, en el espacio asignado a Física dentro de la Regional.

- En este espacio el docente, despojado de rigideces, trata de crear un clima distendido, de guiar la curiosidad del alumno y orientar el debate en el transcurso del aprendizaje de la Física mediante experiencias.

Equipamiento

Pizarra electrónica:

Smart Board [13], con su cable de conexión USB a una PC, que tiene instalado el software correspondiente y el cañón de proyección. Con esta disposición la Pizarra es una pantalla táctil, en la que el cañón proyecta una imagen del monitor, y que, a través del software específico permite manejar la PC mediante un conjunto de herramientas. Todos los programas y dispositivos multimediales que están incorporados a la computadora pueden ser ejecutados desde la pantalla, incluidas las conexiones a páginas Web. A su vez, se puede utilizar como un pizarrón clásico, escribiendo, dibujando, o incorporando información nueva que puede adicionarse al material preparado para la presentación. Incluye también distintos instrumentos para destacar, seleccionar, ampliar, ocultar y grabar diferentes regiones de la pantalla. De esta manera todas las potencialidades de una PC están al alcance de la mano del docente, quien no necesita dejar la escena para disponer de ellas.

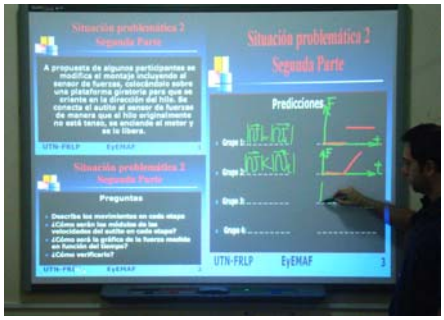


Figura 2. Uso de la pizarra para la puesta en común.

Elementos y Soft específico:

Equipos Leybold para la realización de prácticas asistidas por computadora con la ayuda del sistema CASSY integrado por una interface de adquisición universal (Sensor CASSY) y su respectivo software (CASSY-LAB). El software permite además de interpretar y realizar análisis sobre los datos obtenidos, realizar modelamiento matemático sobre cada uno de los procesos a estudiar, de manera que el estudiante podrá analizar los resultados e interpretar cambios en tiempo real.

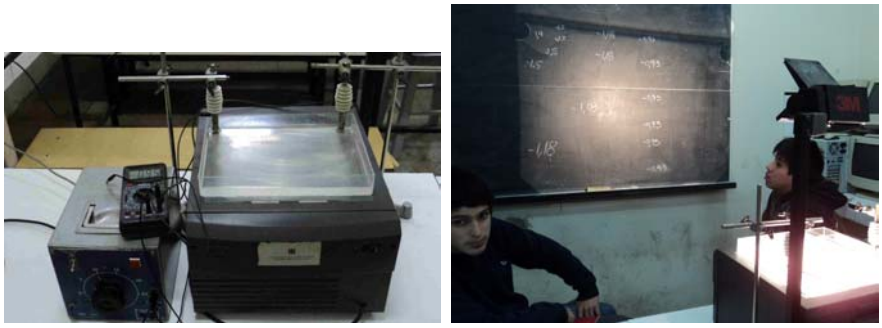


Figura 3. Equipo Leybold

Innovaciones: Diseño e implementación

Con el objetivo de poner en práctica la experiencia didáctica "Laboratorio Abierto" tuvimos y tenemos que diseñar nuevas situaciones experimentales, con las directrices ya enunciadas en el marco teórico. Este cambio de paradigma obligó a la confección y a la creación de nuevos montajes experimentales. Las mediciones involucradas determinaron la necesidad de nuevo equipamiento, parte del cual se compró en el mercado local. Otra parte fue diseñada y construida por nosotros.

Como es evidente, el apartamiento de los laboratorios tradicionales nos obliga a una tarea de creatividad. El resultado de esta creación es totalmente dinámico y está en permanente evaluación, ya que algunas situaciones planteadas dieron el resultado pretendido pero otras debieron ser modificadas o reemplazadas.



a) b)

Figura 4. Innovaciones: a) Equipo. b) Institucionalización.

Equipamiento especialmente adaptado

Con el fin de que los alumnos puedan experimentar libremente y sin poner en riesgo su integridad ni la de los equipos utilizados, desarrollamos una red de alimentación limitada en tensión y corriente, donde los estudiantes sólo tienen acceso a una Terminal de conexión que pueden utilizar como fuente de alimentación en sus montajes.



Figura 5. Terminal de alimentación.

Administración del presentismo

A fin de simplificar la tarea de administración del presentismo de los alumnos y facilitar las comunicaciones de asistencia a las cátedras instauramos un sistema informático donde cada alumno mediante su numero de DNI es el encargado de gestionar el presentismo. Dicho programa esta diseñado para un control por medio de base de datos donde se registra el día y hora y cuál propuesta de situación experimental encaró. Esta base de datos esta abierta a las cátedras por vía Internet, posibilitando tener una información actualizada en tiempo real.

Personal afectado

Los docentes que intervienen en el Laboratorio Abierto son los actuales ayudantes de las distintas cátedras de física que se turnan sin descuidar las funciones y tareas que ejercen normalmente. Es por esto que esta nueva disposición no demanda erogación presupuestaria para la Facultad.

Ejemplo de desarrollo de una situación implementada

Propuesta de situación experimental N° 4

a) Rango de Aplicación del Modelo de Capacitor de Placas Planas Paralelas

- Se proveen a los alumnos dos capacitores planos del tipo laboratorio como los mostrados en la fotografía de la Fig. 6, un instrumento que permite medir directamente la capacidad, y una cinta métrica.

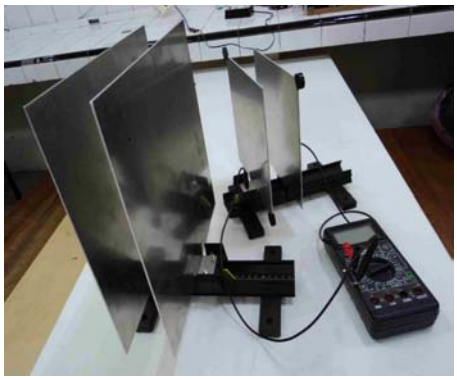


Figura 6. Elementos a utilizar

- Se les da la consigna: Tomar una cantidad (el nº que considere necesario) de mediciones de capacidad en función de la separación de las armaduras de ambos capacitores y confrontar los resultados con los cálculos realizados a partir de la ecuación teórica correspondiente.
- Los estudiantes deben organizar la experiencia y confeccionar un documento personal que será su Protocolo de Ensayo. Este documento consignará los detalles que consideren significativos, las medidas, cálculos y notas e hipótesis y deberá formar parte del informe final.
- Los estudiantes comienzan la tarea de experimentación y confección de hipótesis sin intromisión informativa alguna (ni aprobación ni corrección) por parte del docente (situación adidáctica) cumplimentando su Protocolo de Ensayo.
- En la pizarra electrónica, en una planilla tipo Excel se cargan los valores obtenidos y se promueve el debate sobre el por qué de las discrepancias entre algunos valores hallados y los teóricos calculados, generando la retroacción.
- En la medida de las necesidades se reiteran los pasos IV y V.
- Cada uno de los grupos lee sus hipótesis y con intervención del docente se arriba a una depuración de los resultados, sintetizando el conocimiento de los alumnos.
- Sobre la base de los conocimientos adquiridos el docente presenta una sinopsis para producir el saber: repaso del modelo de capacitor de placas planas

paralelas, rango de validez, comportamiento de un capacitor real.

b) MODELO ELEMENTAL DE UN DILÉCTRICO

- Se presentan a los alumnos los mismos elementos indicados en el paso I y dos placas dieléctricas del mismo espesor (una de vidrio y otra de plástico).
- Se les comunica la intención: Medir las capacitancias de un capacitor plano cuando se intercalan distintos medios entre las placas. Comparar los resultados. Intentar elaborar un modelo sencillo para los materiales aislantes.
- Repetir los pasos III a VII.
- Sobre la base de los conocimientos adquiridos el docente presenta una sinopsis para producir el saber: modelo elemental de un dieléctrico (tema no desarrollado en la teoría)
- Los alumnos redactan el Informe de Laboratorio, que se entrega en papel o digitalmente por correo electrónico.
- El equipo docente, de ser necesario, realiza observaciones y devoluciones a los Informes y Protocolos entregados.

Respecto a la parte a) de esta experiencia aparentemente tan sencilla, es de destacar que los estudiantes se enfrentan a un número importante de conocimientos adquiridos o reforzados en la etapa adidáctica. Deben reconocer

las características del instrumento, tener presentes las incertezas inherentes a toda medida y a su propagación. El apartamiento, bajo determinadas circunstancias, del valor de la capacitancia del condensador real respecto al del ideal depende fuertemente de la relación área–distancia de separación y se pone de manifiesto como diferencias groseras entre los pares de valores obtenidos para el capacitor pequeño con respecto a los correspondientes del grande.

Otro comentario que creemos interesante hacer es que, en el proceso de la situaciónes adidácticas planteada, el docente interviene para acompañar a los alumnos a encontrar distintos sistemas de comparación en la evaluación de los resultados, ya sean gráficos o analíticos porcentuales. También el docente juega un papel muy importante en las etapas de institucionalización, para la producción del saber. Particularmente en la situación b) plantea el modelo de los dieléctricos considerando la existencia de dipolos eléctricos en la constitución de la materia y su respuesta frente a campos eléctricos externos.

Evaluaciones preliminares

El proyecto didáctico experimental "Laboratorios Abiertos" presentado nace como idea en el año 2012 y se pone en funcionamiento en el año 2013.

Las apreciaciones realizadas hasta el momento son:

- Positiva) Las autoridades de la Facultad Regional ven una solución a la posibilidad de satisfacer las observaciones de la CONAU en cuanto a la necesidad de incrementar la experimentación en los cursos.

- Positiva) Satisfacer las observaciones de la CONEAU sin realizar gastos edilicios ni de personal ni de equipamiento. Y sin modificar la cantidad de horas semanales formales del Sillabus
- Positiva) Las cátedras no son responsables de mantener estas experiencias. El equipo docente del "Laboratorio Abierto" es el que lleva adelante este proceso.
- Positiva) Los alumnos, sienten al Laboratorio Abierto, como un espacio interesante, hecho que se pone de manifiesto por el entusiasmo de varios de ellos por realizar más experiencias que las programadas y por pedir hacer experimentos que vieron por Internet.
- Mala) Se debe tener informados continuamente a cátedras y alumnos, sobre evaluación de los informes. Esto demanda un esfuerzo administrativo importante. (estamos trabajando para optimizarlo).

Comentarios y conclusiones

Hasta el momento el proyecto Laboratorios Abiertos, tiene buena aceptación por parte de las autoridades de la Facultad y también por las distintas cátedras. Pero mucho más importante que eso es la singular acogida que ha tenido entre los alumnos, que, en definitiva son el objetivo principal de nuestro trabajo y nuestro esfuerzo, los protagonistas, los que pueden construir los conocimientos a partir de prácticas experimentales amables, que se dejan "saborear". Es motivador escucharlos trabajar en el planteo de hipótesis, en los debates, con imaginación, con inventiva, con pasión, también con bromas y buena predisposición.

A diferencia de las Prácticas de Laboratorio tradicionales, que muchos alumnos consideran eruditas, acartonadas y poco amigables, creemos que hemos conseguido generar un espacio de libertad para explorar en temas puntuales, estimular la curiosidad científica y producir y fijar conocimientos sin perder de vista el rigor científico.

Bibliografía

Acosta, Martín E.; Monroy Blanco, Lilian A.; Rueda Gómez, Karol L., 2010, "Situaciones a-didácticas para la enseñanza de la simetría axial utilizando Cabri como medio", *Revista Integración. Escuela de Matemáticas. Universidad Industrial de Santander.* Vol. 28, No. 2, 2010, pág. 173–189

Baade, N.N., Prodanoff, F., Del Zotto, R., 2006, "Intentando generar competencias a través de una clase teórico experimental". *Actas V CAEDI. UNCuyo. Mendoza.* 2006. Tomo I, 49-55.

Baade, N. N.; Lavagna, M.E.; Nuñez, R., 2008, "Concepciones y realidades docentes en relación a la implementación de las NNTT en la Enseñanza de las Ciencias" *Memorias del Simposio de Investigación en Educación en Física SIEF 9 CD.* Rosario 2008. http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/sief9/

Baade, N.N., Prodanoff, F., Stei, J., Alustiza, D., 2008, "Integración metodológica en búsqueda de un acercamiento al pensamiento científico en alumnos de Ingeniería". *Formando al Ingeniero del siglo XXI. Actas VI CAEDI.* Salta 2008. http://www.ucasal.net/..

Brousseau, Guy, 1986, Fundamentos y métodos de la didáctica de la matemática. *Facultad de Astronomía, Matemática y Física. Universidad Nacional de Córdoba.* 1986.

Brousseau, Guy, 2007, *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*, Buenos Aires: Del Zorzal.

Cassy Lab. LD Didactic AG & Co. http://www.leybold-didactic.de/data_e/software/index.html?cassy-s.html

Sadovski, Patricia, 2012, "La Teoría de Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la Matemática. 1." 2012 http://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/desarrollo_del_pensamiento_matematico/programa/documentos/Patricia.pdf

Zerbino, L.M.; Baade, N.N.; Del Zotto, R.; Stei, J., 2007, "Implementación de laboratorios a distancia en cursos tradicionales y semi-integrados". *Actas XXI SOCHEDI.* Santiago de Chile. 2007.

Zerbino, L.M.; Baade, N.N.; Stei, J.; Del Zotto, R., 2008, "Integración de laboratorios in-situ con laboratorios a distancia en cursos de física general en la UTN-FRLP". *Formando al Ingeniero del siglo XXI. Actas VI CAEDI.* Salta 2008. http://www.ucasal.net/..

Modelización Simple de una Máquina Térmica.

Montero, María Fernanda[1,2]; Soldi, Mariangeles[1]; Platzeck, Ana María[1]; Paola, Carlos Alejandro[1,2]; Martorelli, Luis Cesar[1].

1: Laboratorio de Óptica, Calibraciones y Ensayos (LOCE);
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAGLP), UNLP.
2: Grupo de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias (IEC).
Universidad Tecnológica Nacional (UTN).
angie@carina.fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen

La apropiación del concepto de ciclo térmico por parte del alumno es un proceso que generalmente no alcanza el éxito. Cuando nos planteamos qué parte del concepto es tomado, nos enfrentamos a la realidad de que es sólo un gráfico en el diagrama de presión en función del volumen (P-V), el cual carece de sentido físico para él. El alumno nos recitará el recorrido en dicho gráfico sin poder visualizar un dispositivo que realice lo que está representado en el mismo. En este trabajo presentamos

una transposición didáctica en donde se construye junto con el alumno, un ciclo a partir de un dispositivo simple, y se muestra cómo se transita, desde el estudio analítico hasta el numérico, para poder resolverlo. Finalizamos comparando dicho ciclo con los ciclos ideales conocidos. Este ejemplo nos abre un camino para mejorar la metacognición del estudiante.

Palabras Clave: Máquina térmica; Trabajo; Ciclo; Transposición didáctica.

Introducción

El abordaje de un problema en Física, en el contexto de la dinámica áulica, nos plantea dos etapas: la modelización de la situación a resolver, con sus consecuentes simplificaciones, constituyendo el saber sabio, y la transposición didáctica que nos lleva al saber enseñado (Chevallard, 1997).

En una primera etapa proponemos al estudiante un dispositivo simple donde se hacen hipótesis fuertes para abordar el tema, puntualizando sobre el concepto de modelo en Física, el cual siempre es lejano a la realidad. La elección y construcción de dichas hipótesis se realizará con la participación activa de todos los integrantes de la clase, en donde se incentivará a la discusión y a la crítica de cada una de las propuestas. Con este lineamiento, se formarán grupos para que inicialmente las discusiones sean entre pares. Esta etapa es un camino directo para mejorar la metacognición personal, de la tarea y de las estrategias.

En una segunda etapa, para que la discusión no sea estéril y el trabajo pueda concretarse en los tiempos académicos,

buscamos la forma de guiar el análisis para comprender el mecanismo tratando de no alejarnos del concepto físico, vigilando que la transposición didáctica no sea un nuevo objeto que no tenga correspondencia con el saber sabio, es decir con el concepto físico que queríamos transmitir.

Cabe destacar que las hipótesis que planteamos en este trabajo pueden ser modificadas a partir de lo que surja de las propuestas de los alumnos (Maturana, 1997). Aquí simplemente mostramos una forma de abordar el tema.

Este trabajo se plantea como trabajo integrador después de haber construido, en una primera aproximación, los conocimientos básicos de termodinámica en forma teórica y práctica. A continuación presentaremos las hipótesis del modelo (que resaltaremos en *itálica*) y las características del dispositivo concreto.

Características del Dispositivo. Simplificaciones del modelo.

El dispositivo consiste en un cilindro dividido en dos cavidades; las mismas están separadas por una pared adiabática con una pequeña perforación que comunica los 2 espacios de diferente volumen. Cada recinto contiene un pistón, los cuales están vinculados mecánicamente entre sí. El defasaje entre ellos puede ser modificado (como se muestra en la figura 1).

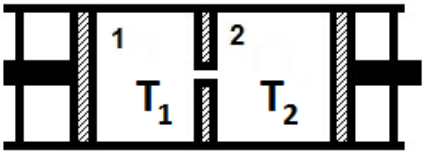


Fig. 1: Configuración del dispositivo. El gas pasa del espacio 1 al 2 y viceversa a través del orificio en la pared adiabática.

Cada recinto está en contacto con una fuente a cierta temperatura. *El gas presente en el espacio 1 se encuentra a una temperatura uniforme* T_1 , y cuando pasa al espacio 2 *adquiere instantáneamente una temperatura uniforme* T_2, tal que $T_2 > T_1$. *El pequeño espacio definido en la pared adiabática se encuentra a una temperatura promedio de las anteriores, es decir,* $T_0 = (T_1 + T_2)/2$.

Suponemos que el gas que fluye de un recinto al otro es *un gas ideal* y que *la presión en ambos volúmenes es la misma instante a instante.*

$$p = \frac{K_B}{m}\rho T \qquad (1)$$

donde K_B es la constante de Boltzmann y m es la masa molecular.

La *masa total de gas se mantiene constante*, pero la masa individual de cada recinto varía con el tiempo,

$$M_0 + M_1 + M_2 = M \equiv cte \qquad (2)$$

Los *volúmenes de cada cámara* (V_1 *y* V_2) *varían cíclicamente con la siguiente forma funcional*,

$$V_1(t) = \frac{V_1^0}{2}[cos(\omega t) + 1] \quad (3)$$

$$V_2(t) = \frac{V_2^0}{2}[cos(\omega t + \phi) + 1] \quad (4)$$

donde Φ es la diferencia de fase entre dichos volúmenes y, V_1^0 y V_2^0 son los volúmenes máximos de cada recinto.

Estudio analítico

Luego de haber presentado y discutido las hipótesis, nos preparamos para intentar resolver la situación problemática con las herramientas del cálculo analítico que poseemos, tratando de llevarlas al máximo de su utilidad. Esta es una instancia clave para poner al estudiante frente a una evaluación de sus capacidades individuales ante el problema: desde la conexión de los diferentes conocimientos que ha adquirido en asignaturas previas hasta el desarrollo de sus propias estrategias (Baade, 2006).

En función de las masas y los volúmenes, las densidades tienen la siguiente forma:

$$\rho_0 = \frac{M_0(t)}{V_0} \quad (5)$$

$$\rho_1 = \frac{M_1(t)}{V_1(t)} \quad (6)$$

$$\rho_2 = \frac{M_2(t)}{V_2(t)} \quad (7)$$

Aplicando la ecuación de los gases ideales para cada recinto y recordando que la presión es la misma en todos los volúmenes, se obtiene:

$$p_1 = \frac{K_B}{m}\frac{M_1}{V_1(t)}T_1 = p \tag{8}$$

$$p_2 = \frac{K_B}{m}\frac{M_2}{V_2(t)}T_2 = p \tag{9}$$

$$p_0 = \frac{K_B}{m}\frac{M_0}{V_0}\frac{(T_1+T_2)}{2} = p \tag{10}$$

Despejando de cada ecuación las correspondientes masas en función de la presión y reemplazando en la ecuación (2) expresamos

$$M = \frac{p(t)\,m}{K_B}\left[\frac{2\,V_0}{T_1+T_2} + \frac{V_1(t)}{T_1} + \frac{V_2(t)}{T_2}\right] \tag{11}$$

Despejando la presión, observamos que nos queda una función del tiempo, de las temperaturas de las fuentes, de los volúmenes y de la fase (defasaje entre los pistones).

$$p(t) = \frac{K_B}{m}M\,\frac{1}{\left\{\frac{2\,V_0}{T_1+T_2} + \frac{V_1^0}{2T_1}[cos(\omega t)+1] + \frac{V_2^0}{2T_2}[cos(\omega t+\phi)+1]\right\}} \tag{12}$$

Una vez obtenida la presión, queremos calcular el trabajo realizado por el dispositivo en un ciclo,

$$W = \oint_{ciclo} p\,dV \tag{13}$$

para ello es necesario construir el dV,

$$V(t) = V_0 + \frac{V_1^0}{2}[cos(\omega t) + 1] + \frac{V_2^0}{2}[cos(\omega t + \phi) + 1] \quad (14)$$

$$dV = \frac{dV(t)}{dt}dt = -\frac{\omega}{2}[V_1^0 sen(\omega t) + V_2^0 sen(\omega t + \phi)]\, dt \quad (15)$$

por lo tanto llegamos a la siguiente integral,

$$W = \oint_{ciclo} \frac{-\omega \frac{K_B}{m}\frac{M}{2}[V_1^0 sen(\omega t) + V_2^0 sen(\omega t + \phi)]\, dt}{\left[\frac{2\,V_0}{T_1 + T_2} + \frac{V_1^0}{2T_1} + \frac{V_2^0}{2T_2} + \frac{V_1^0}{2T_1}cos(\omega t) + \frac{V_2^0}{2T_2}cos(\omega t + \phi)\right]} \quad (16)$$

integrando y adimensionalizando las variables en función de la temperatura de la fuente fría (T_1) y la amplitud del volumen V_1 (V_1^0) obtenemos la siguiente expresión:

$$W = \frac{c_2'}{c' c_0'}\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) \sin\phi\, F(a) \quad (17)$$

Donde:

$$c_2' = \frac{1}{2}\frac{(V_2^0/V_1^0)}{(T_2/T_1)} \quad (18)$$

$$c_0' = \frac{1}{2} + c_2' + 2\frac{(V_0/V_1^0)}{\left(1 + \frac{T_2}{T_1}\right)} \quad (19)$$

$$c' = \sqrt{\frac{1}{4} + c_2'^2 + c_2' \cos\phi} \quad (20)$$

$$a = \frac{c'}{c_0'} \quad (21)$$

$$F(a) = \frac{1 - \sqrt{1 - a^2}}{a\sqrt{1 - a^2}} \quad (22)$$

Estas expresiones obtenidas analíticamente son difíciles de evaluar en forma directa, razón por la cual es necesario hacer un estudio numérico.

Estudio numérico.

En el abordaje de este análisis es necesario saber con qué conocimientos de manejo de planillas de cálculo, lenguajes de programación, o programas de cálculo, cuentan los alumnos. En esta instancia, el trabajo en equipo por parte de los alumnos y la intervención de los docentes es esencial. Dicha intervención se limita a guiar al alumno a resolver esta etapa sin introducir conocimientos nuevos del área numérica, simplemente se utilizan las herramientas que ya tiene incorporadas.

En primer lugar proponemos estudiar la variación de los volúmenes individuales y el volumen total (expresión 14), dado que es un gráfico simple de realizar y es esclarecedor (Fig. 2).

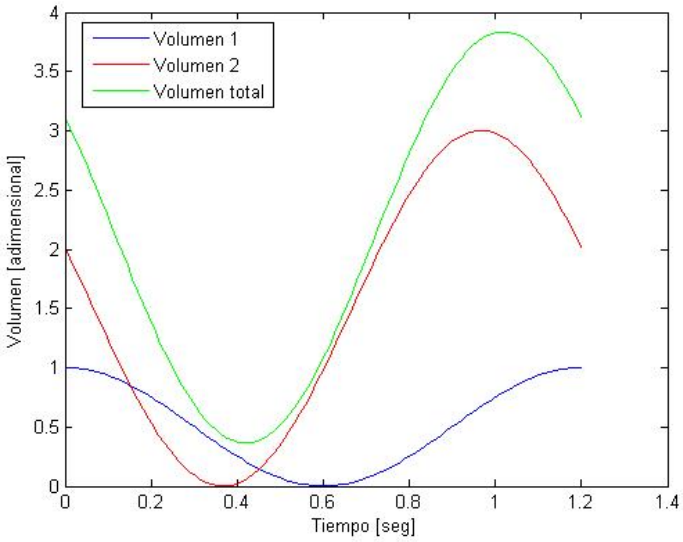


Fig. 2: Los volúmenes representados están adimensionalizados con el volumen V_1^0.

Graficamos el ciclo en el diagrama P-V para diferentes fases, temperaturas de las fuentes, y relación de volúmenes, abriendo nuevamente la discusión sobre los resultados. Observamos como estas variables modifican la forma del ciclo.

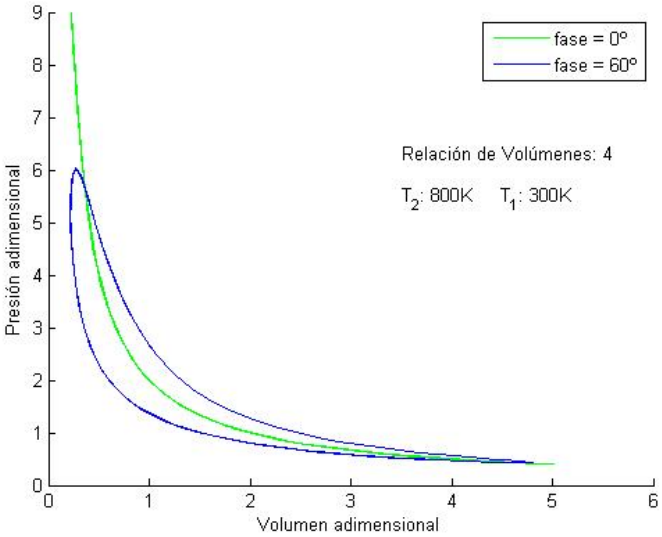


Fig. 3: Ciclo de la máquina térmica para distintas fases.

En la figura 3 se observa que para la fase=0, el ciclo se reduce a una única curva la cual no encierra área alguna. Planteamos la discusión del significado de esta observación relacionándola con el trabajo en un ciclo y el tipo de movimiento que realiza el dispositivo en este caso particular.

También resulta de interés detectar cuáles son las otras variables que podrían introducir cambios en el trabajo de un ciclo y observar en qué proporción las mismas, de manera independiente, variarían la forma del diagrama. Esto se puede apreciar en las figuras 4 y 5, donde se observa que al variar la relación entre los volúmenes la curva del ciclo se desplaza hacia arriba (Fig. 4). Mientras que en la segunda, se denota un ensanchamiento de la curva como cambio primordial, al variar la temperatura de la fuente caliente, manteniendo la fase y la relación de volúmenes fijos (Fig. 5).

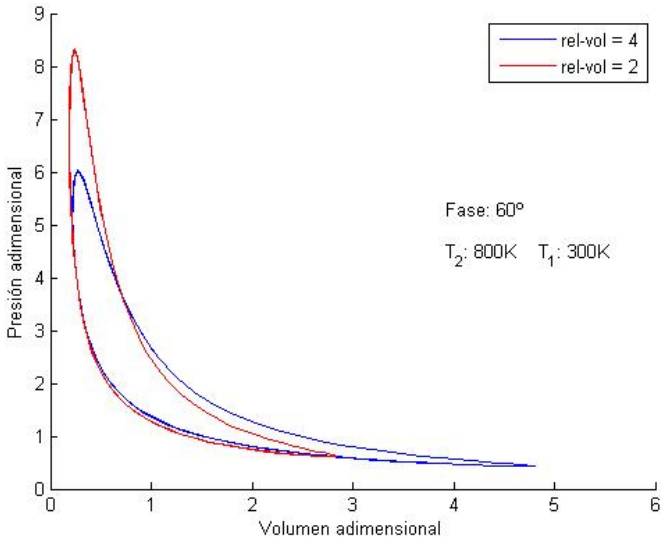


Fig. 4: Ciclo de la máquina térmica para distintas relaciones de volúmenes.

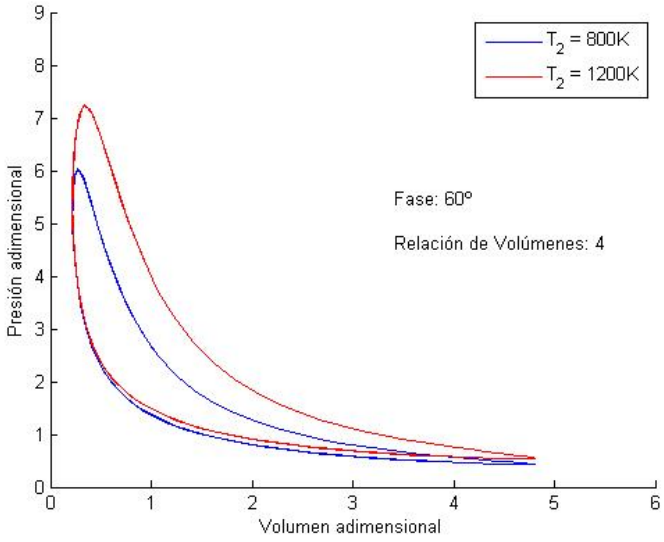


Fig. 5: ciclo de la máquina térmica para distintas temperaturas de la fuente caliente.

En este punto nos cuestionamos si estos gráficos son comparables con los ciclos de máquinas térmicas reversibles que encontramos en los libros.

Abrimos la discusión para una comprensión más profunda de las hipótesis que se propusieron inicialmente, analizando los conceptos de reversibilidad, proceso cuasiestático y gas ideal. Observamos que en nuestro sistema de estudio, el gas ideal está separado en dos recintos, generando así dos subsistemas. Analizamos las implicancias de esta situación.

Abordamos *el concepto de elemento de fluido*. Proponemos analizar como sistema dicho elemento el cual se traslada de un recinto a otro, conservando su masa. De esta forma eliminamos el problema de trabajar con dos subsistemas (Callen, 1981). Sin embargo, debemos realizar nuevas hipótesis para que la resolución sea accesible. *La hipótesis fuerte será que el elemento adquiere instantáneamente la densidad y la temperatura del recinto en el que se encuentra*. Para simplificar los cálculos propondremos trabajar con el volumen específico,

$$V_{esp}(t) = \begin{cases} \dfrac{1}{\rho_1(t)}, & \dfrac{\pi}{\omega} \leq t \leq \dfrac{\pi+\phi}{\omega} \\ \dfrac{1}{\rho_2(t)} & \dfrac{\pi+\phi}{\omega} < t < \dfrac{\pi}{\omega} \end{cases} \qquad (23)$$

Cabe aclarar que la densidad ρ es adimensional, por lo tanto V_{esp} también lo es.

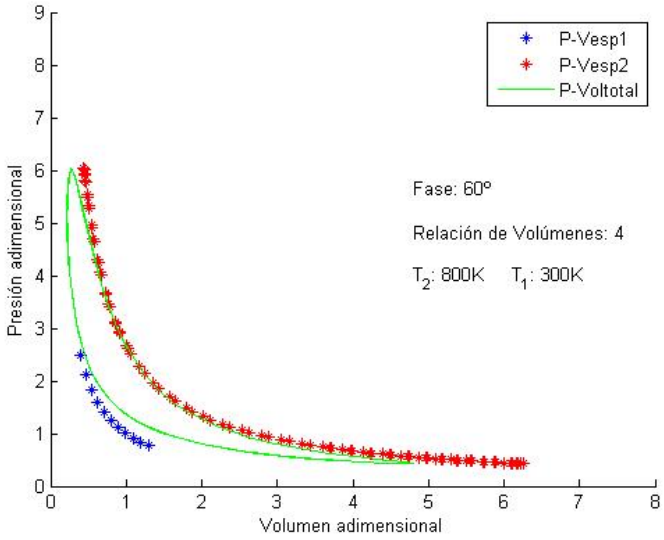


Fig. 6: Comparación de modelos para una relación de volumen = 4.

Las curvas con asteriscos nos indican la presión en función del volumen específico. Los distintos colores corresponden a los diferentes recintos en donde se encuentra el elemento de fluido. La discontinuidad de las curvas con asteriscos surgen de la hipótesis propuesta. Observemos como cambia el área de la curva al cambiar la relación de volúmenes (ver figuras 6 y 7).

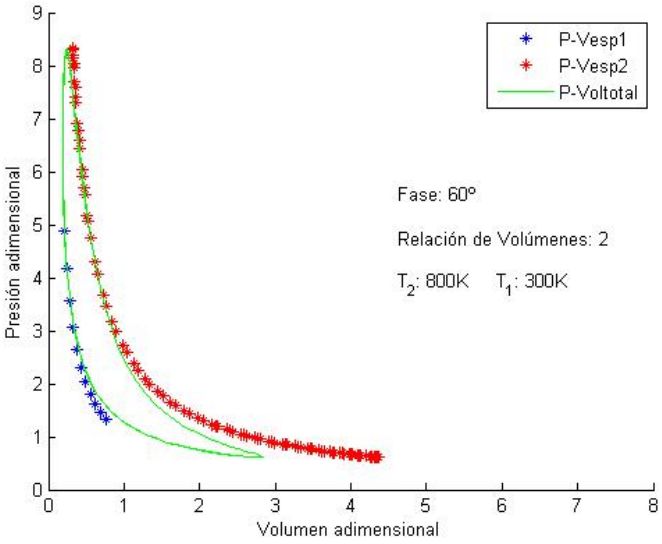


Fig. 7: Comparación de modelos para una relación de volumen = 2.

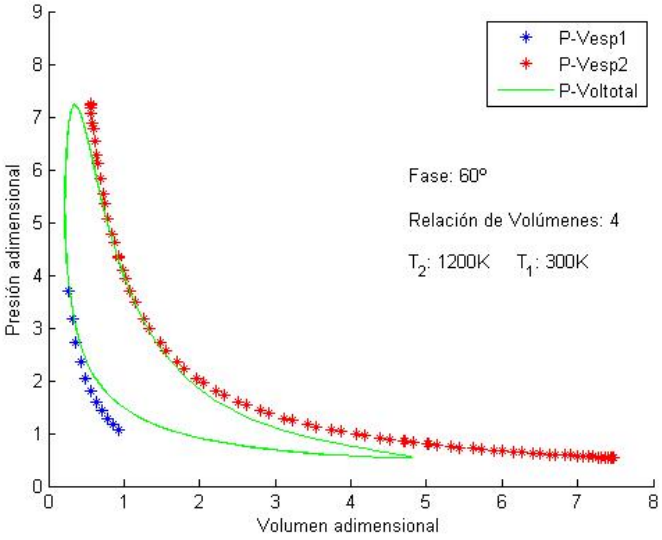


Fig. 8: Se comparan los dos modelos para una temperatura de la fuente caliente mayor.

Comparando las figuras 6 y 8 observamos el aumento del área encerrada por las curvas debido al aumento de la temperatura de la fuente más caliente. Aquí se puede resaltar esta conexión y vincularla con los problemas tecnológicos en la creación de máquinas reales.

En la figura 9 observamos como el volumen del elemento de fluido varía con el tiempo. Debido a que dicho elemento adquiere la densidad del recinto en que se encuentra, vemos la clara discontinuidad en esta curva. Por otro lado, recordemos que la masa del mismo se mantiene constante, mientras que su densidad, presión y temperatura varían.

Los resultados obtenidos indican que los gráficos correspondiente al ciclo del sistema compuesto no se alejan demasiado de los obtenidos para el modelo de elemento de fluido. Esto abre una nueva discusión de las implicancias.

Habiendo llegado a un buen manejo de las características del dispositivo, se propone a los alumnos comparar con ciclos conocidos como el de Carnot, Stirling o algún otro que ellos propongan (Zemansky, 1986).

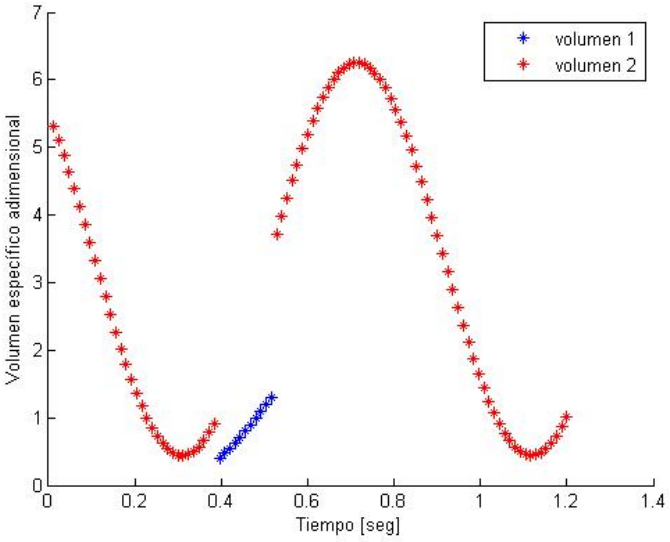


Fig. 9: Gráfico de los volúmenes específicos en función del tiempo.

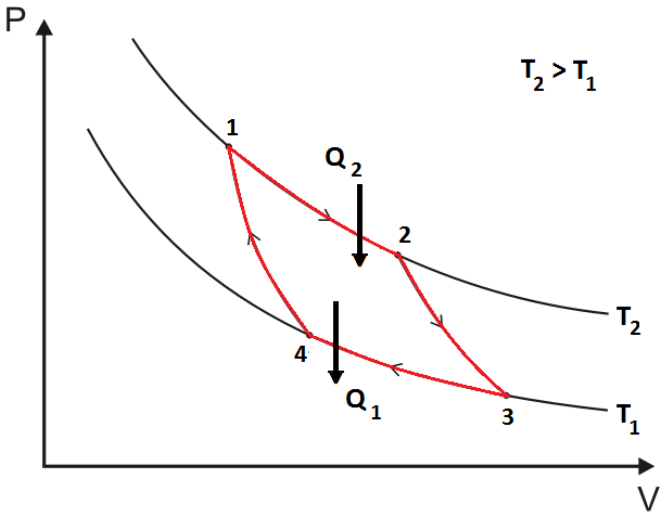


Fig. 10: Ciclo de Carnot ideal para una máquina térmica.

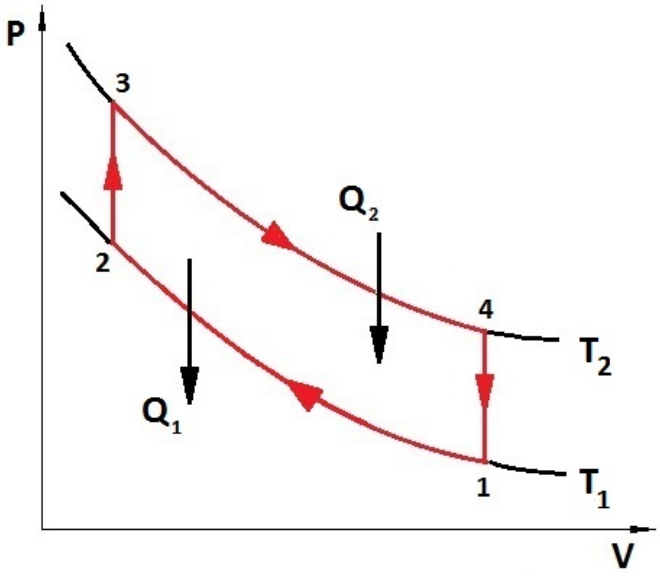


Fig. 11 : Ciclo de Stirling ideal para una máquina térmica.

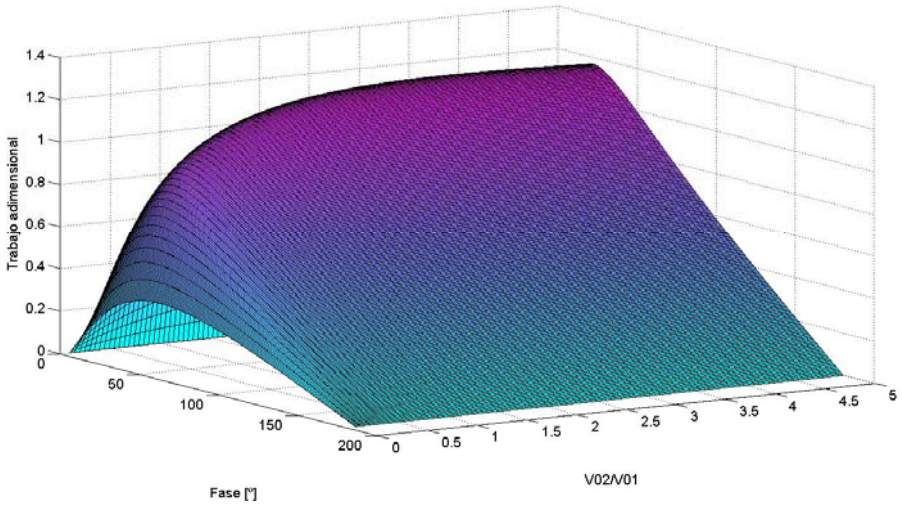


Fig. 12: Gráfico 3D del trabajo adimensional considerando T_1=300K y T_2=800K.

En una última propuesta, planteamos la observación de las distintas áreas encerradas por las curvas continuas. Los gráficos nos impulsan a preguntarnos si podemos encontrar un área máxima. Graficamos el trabajo en función de la fase y la relación de volúmenes, para ciertas temperaturas de las fuentes.

Es importante notar que si bien la información que tiene este gráfico (Fig. 12) se puede obtener con otros de dos dimensiones, ejercita el manejo de las gráficas en tres dimensiones, tarea que generalmente plantea una dificultad para los alumnos.

Aquí notamos que el trabajo se maximiza para ciertos valores de fase y relación entre volúmenes.

El único punto que nos quedaría tratar es el rendimiento del dispositivo, pero esto implicaría nuevas hipótesis y modelizaciones acerca de las fuentes y las transferencias de calor. Se deja sólo para una discusión de los posibles caminos a seguir.

Conclusiones

En este trabajo hemos propuesto un nuevo enfoque de cómo plantear la apropiación del concepto de ciclo en termodinámica, dadas las dificultades que encontramos a la hora de los exámenes.

Por este camino observamos que un dispositivo aparentemente ¨simple¨ nos pone frente a la elección de hipótesis fuertes para que sea accesible su modelización. La discusión generada entre los participantes sobre la validez de dichas hipótesis es un aprendizaje provechoso para todos, tanto para alumnos como para docentes, porque los enfrenta a las

limitaciones de modelar un problema en física. Además, el poner en práctica todos los conocimientos adquiridos por el alumno en ese punto de su carrera, ayuda al crecimiento individual y a la competencia del mismo. Sugerimos que esta experiencia se realice con alumnos del segundo año de Ingeniería o Ciencias en dónde los cursos regulares de Física II abarcan estos temas; al menos esa es la característica de los cursos en que trabajamos: todas las Ingenierías que pertenecen a la UTN Regional La Plata o las Licenciaturas en Geofísica, Astronomía y Física de la UNLP.

Un proyecto pendiente sería proponer la fabricación del dispositivo y hacer las mediciones del mismo como trabajo final en coordinación con materias específicas de la carrera de Ingeniería Mecánica o Industrial.

Bibliografía

Baade, N. ; Prodanoff, F.; Del Zotto, R. (2006). Intentando generar competencias a través de una clase teórico experimental. *Experiencias docentes en Ingeniería.* Vol I (153-155).

Callen, H. B. (1981) , *Termodinámica,* Madrid: Editorial AC.

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica*. *Del saber sabio al saber enseñado.* Buenos Aires: AIQUE Grupo Editor.

Maturana, H. Educar para colaborar o competir. *Revista de pedagogía Chile*.
www.emdnh.org/educacion/educadores.html#4_3,1997

Zemansky, M. W. y Dittman, R. H. (1986). *Calor y Termodinámica*. Mexico, D.F.: Editorial Caypso, S.A.

Propuesta de Enseñanza de las Leyes de la Física a través del Estudio de una Bicicleta

Chade Vergara, Pablo Oscar;
Barros Olivera, Ruy Enio Elí;
Sigampa Páez, Elvio Esteban y Torres, Germán.

Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Chilecito.
pablochade@hotmail.com; ruy1958@yahoo.com.ar; c3ntry@gmail.com; esigampapaez@yahoo.com.ar

Resúmen

El presente trabajo es una propuesta de una clase áulica, para estudiantes del primer año de Ingeniería en Sistemas de la UNDeC, que tiene por objeto la comprensión de las Leyes de la Física a través del ejemplo práctico del estudio de la bicicleta.

Palabras Clave: Enseñanza de la Física; Leyes de la Física; Bicicleta; Constructivismo.

Introducción

La rueda es sin lugar a dudas el más grande invento del hombre para facilitar el movimiento y está presente en todas las máquinas. Es objeto de observación minuciosa por parte del científico y aprovechamiento por parte del hombre para sus distintos usos. Es también objeto de la curiosidad, tanto superficial como profunda, por los estudiantes.

Se espera entonces que la observación por parte de los estudiantes de los elementos de una bicicleta en distintas situaciones de movimiento les permita acercarse a conceptos físicos tales como inercia, aceleración y equilibrio entre otros (forma cualitativa), que cotejados con la formulación matemática específica servirá para resolver situaciones problemáticas (forma cualitativa y cuantitativa).

De esta forma, se propone realizar una clase con el objetivo general de que los alumnos comprendan las Leyes de la Física y sepan aplicarlas al caso concreto de una bicicleta.

Marco Teórico

Numerosos didactas y pedagogos han centrado su atención en la búsqueda e implementación de tendencias de enseñanzas cada vez más eficientes, donde se tiene en cuenta que la construcción del propio conocimiento científico tiene notable valor y es preciso, plantean, prestarle una atención explícita (Gil, Carrascosa, Furió, Martínez Torregrosa, 1991; González, 1992; Gil, 1994; Lillo, 1994).

La propuesta de una actividad práctica por vía de la actividad científico-investigativa en la enseñanza de la Física, como la que planteamos en este trabajo, adquiere significado por

producir un efecto motivador en la enseñanza de los métodos de la Ciencia. Estos experimentos hacen que los alumnos participen en investigaciones personales con un nivel adecuado a su conocimiento, de modo que ante el problema planteado, el alumno quede "atrapado" y se implique de este modo en la adquisición del conocimiento. En otras palabras: "*la aproximación del aprendizaje de las ciencias como actividad científico investigativa, al menos en lo que se refiere a algunos elementos esenciales, aparece en nuestros días como una de las tendencias innovadoras más prometedoras para encarar la doble problemática: las dificultades en la enseñanza, y la necesidad de relacionar a los estudiantes con métodos y formas de trabajo actualmente utilizados en la actividad científica*" (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999).

Este tipo de actividades ayuda a los estudiantes a jugar una papel más participativo en la re-construcción de los conocimientos que se le transmiten ya elaborados por parte del profesor (ciencia enseñada–ciencia aprendida) y posibilita la introducción de nexos entre la teoría y la práctica.

Los autores consultados coinciden en que este tipo de actividades son herramientas útiles para el aprendizaje significativo. Y esto es así, porque su introducción en la enseñanza de la Física permite que los estudiantes desarrollar habilidades prácticas a la vez que estimula la formación de conceptos con una base científica y "*el empleo de procedimientos y métodos activos, destinados a la reformulación, la reconstrucción, el cambio del sistema conceptual y metodológico de esos conceptos y habilidades, así como, la formación de actitudes y valores"* (Núñez, (1999).

Este tipo de actividades pueden conformar situaciones conducentes a contradicciones en el conocimiento de los estudiantes (obstáculos epistemológicos), lo cual les permite producir un cambio en los niveles de partida del aprendizaje

(ruptura epistemológica). Las contradicciones son la fuente del desarrollo y deben ser explotadas en todo proceso de la Ciencia. Esto favorece la búsqueda de soluciones por parte de los alumnos y los vincula con un contenido que responde a los problemas de la Ciencia y además favorece la comprensión de su entorno, no solamente para que lo conozca sino para que también sepa hacer.

Para para realizar nuestro trabajo, nos hemos basado en libros de texto para los desarrollos teóricos (Chade Vergara, 2009; Resnick y otro, 2001; Serway y otro, 1998) y también hemos leído, analizado y puesto en práctica las ideas pedagógicas de varios autores tales como Ausubel y otros (1983); Dorado Perea (1996); Schoenfeld (1987); Manuale (2012); Senge (1985); Escaño y otro (1992) y Otero (1997), entre otros.

Desarrollo

La bicicleta es, quizás, una de las máquinas más creativas y eficientes ideadas por el hombre. Las máquinas son artefactos mecánicos que tienen la finalidad de transformar la acción de una fuerza para producir un efecto determinado, es decir, cualquier dispositivo utilizado por cambiar la magnitud y la dirección de una fuerza que aplicamos. Están constituidas por un conjunto de componentes mecánicos organizados en mecanismos, cada uno de los cuales tiene una función determinada dentro el conjunto de la máquina.

Existen cuatro grandes tipo de máquinas, denominadas simples: la palanca, la polea, el torno y el plano inclinado, es decir, una pendiente. Los mecanismos son los elementos básicos de las máquinas y combinándolos se puede conseguir una gran cantidad de efectos diferentes. Una máquina simple puede estar

formada por uno o varios mecanismos. Necesitan la aportación de algún tipo de energía que después devuelven de alguna forma. Si se prescinde de las pérdidas energéticas producidas por la fricción, la energía que entra en un mecanismo tiene el mismo valor de la que sale, es decir, la energía se conserva. Con los mecanismos se puede transformar, conservando el mismo valor de la energía, pueden transformar una fuerza de poca magnitud en una de gran magnitud, un movimiento lento en uno rápido, un movimiento lineal en uno circular, por citar algunos ejemplos.

Fuerzas en la Bicicleta

En el caso de la bicicleta actúan los dos tipos de fuerzas: las concurrentes y las paralelas. Las fuerzas concurrentes son aquellas que para sumarlas es necesario dibujar un paralelogramo, de manera tal que la resultante equivale a la diagonal principal de esta figura geométrica. Un ejemplo de este tipo de fuerzas son las que actúan sobre el eje de la rueda de la bicicleta y evitan la deformación permitiendo el giro (Fig. 1).

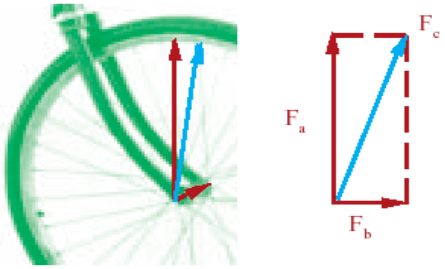


Fig. 1. Fuerzas en el eje de la rueda

Las fuerzas paralelas que actúan en una bicicleta tienen una resultante que dependerá de las características de las fuerzas que se sumen. Un ejemplo de este tipo de fuerzas son el peso del ciclista y el peso de la bicicleta. Ambos son paralelos y, de esta forma, la resultante también será una fuerza paralela a las dos primeras que son perpendiculares de la superficie terrestre y, en este caso, ambas de igual sentido. Otro ejemplo son las fuerzas que soportan las ruedas de la bicicleta: para conocerlas, basta con desglosar el peso de la bicicleta sobre cada una de las ruedas, de tal manera que la suma de estas dos fuerzas será igual al peso (P) de la bicicleta (Fig. 2).

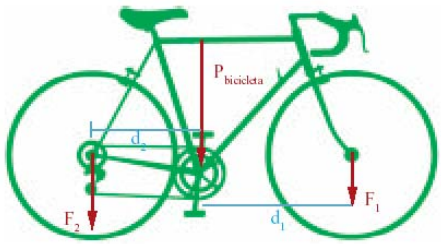


Fig. 2. Fuerzas en las ruedas

Utilizando el teorema de Varignon, podemos ver que la composición de éstas fuerzas paralelas es el producto de cada una de las componentes por la distancia que las separa al lugar donde actúa la fuerza peso. En efecto, si llamamos F_1 y F_2 a las componentes y d_1 y d_2 a las distancias correspondientes, tenemos que:

$$F_2.d_2 - F_1.d_1 = P.x = 0 \Rightarrow F_1.d_1 = F_2.d_2 \quad (1)$$

Despejando el valor de F_1, tenemos

$$F_1 = \frac{F_2.d_2}{d_1} \quad (2)$$

y, como el peso P es igual a la suma de las dos fuerzas

$$P = F_1 + F_2 \quad (3) \ ,$$

sustituyendo (2) y (3) en (1), tenemos:

$$P = \frac{F_2.d_2}{d_1} + F_2 = F_2\left(\frac{d_2}{d_1} + 1\right) = F_2\left(\frac{d_2 + d_1}{d_1}\right) \quad (4)$$

de donde:

$$F_2 = \frac{P}{\frac{d_2 + d_1}{d_1}} = P\frac{d_1}{d_2 + d_1} \quad (5)$$

y llamando d a la suma de d_1 más d_2, que es igual a la distancia que separa las dos fuerzas y, en nuestro caso, a la distancia que separa los dos ejes de las ruedas, encontramos:

$$F_2 = P\frac{d_1}{d} \quad (6)$$

y, análogamente:

$$F_1 = P\frac{d_2}{d} \quad (7)$$

Disponemos de dos manos y dos pies. En la bicicleta los utilizamos para aplicar fuerzas de tal forma que el efecto producido de manera independiente por cada uno de ellos, se sume. Utilizaremos una magnitud que nos facilita la Física: el par de fuerzas (cupla). De esta forma, podremos aprovechar al máximo el esfuerzo muscular. Algunos ejemplos en la bicicleta donde se apliquen los pares de fuerzas, son en los pedales y en el manillar.

Así, para efectuar la operación de dirigir y mover la bicicleta con el mínimo esfuerzo posible, se intentará aplicar las fuerzas tan lejos como sea posible del eje de giro, utilizando manillares grandes, amplios y pedales largos. Todo esto quedará demostrado cuando comprobemos la variación de fuerza necesaria para mover el manillar según dónde se coloquen las manos.

Equilibrio y Movimiento en la Bicicleta

El estado de equilibrio de un cuerpo es aquel en el cual, tanto la resultante de las fuerzas como la resultante de los momentos que actúan sobre un cuerpo son nulas. La condición de equilibrio estable se logra con un centro de gravedad próximo a una gran superficie de apoyo.

Por esta razón, en el caso de la bicicleta no es fácil conseguir el equilibrio estable y si se consigue, dura poco, es inestable. A causa de la pequeña superficie de sustentación que dan los neumáticos sobre la tierra, existe una baja probabilidad que las dos fuerzas que actúan sobre la bicicleta coincidan y se compensen.

Se puede conseguir incrementar el equilibrio de la bicicleta en reposo, haciendo que el peso sea más grande, que

actúe más cerca de la base de apoyo o haciendo más grande la superficie de contacto con la tierra. Entonces, como no nos interesa hacer que la bicicleta sea más pesada, ni el cuadro más bajo, si queremos que la bicicleta esté en equilibrio, será necesario aumentar la base de soporte o sustentación. Este aumento de la superficie es posible de conseguir apoyándola sobre un tercer punto, así el área de sustentación sería un triángulo. Esta es la finalidad de los pies o de las ruedas pequeñas que nos ponen cuando aprendemos a andar en bicicleta.

Ahora bien, si movemos el manillar cuando la bicicleta está parada o en marcha, podemos comprobar que es más difícil mover el manillar cuando la rueda está en movimiento que cuando ésta detenida. Otra experiencia similar la obtenemos cuando colocamos la bicicleta en posición invertida es decir, apoyando en la tierra el manillar y el asiento. La fuerza necesaria para inclinar la bicicleta hacia un costado es más grande si las ruedas están girando que si están paradas.

De estas dos experiencias se espera, que los estudiantes relacionen el movimiento de las ruedas con la estabilidad de la bicicleta, redescubriendo que otra manera de conseguir el equilibrio estable es manteniendo en giro un objeto, en este caso, las ruedas. Un cuerpo girando, tiende a mantener o conservar su plano de giro; así el eje de giro solo se moverá fácilmente cuando se mueva paralelamente éste.

Esta fuerza de giro depende de las características de la rueda, es decir, que la estabilidad se incrementa cuanto más grande sea el peso de la parte externa de la rueda (el neumático y la llanta), el radio y la velocidad de giro, de tal manera que la estabilidad es más grande cuando mayor velocidad se desplace. Por estas causas es más fácil conducir la bicicleta sin manos a grandes velocidades.

Estudiando el estado de equilibrio en movimiento necesario cuando la bicicleta se desplaza en una curva, vemos que en ese momento aparece una nueva fuerza ficticia, denominada fuerza centrífuga, que actúa en la dirección del radio de giro y en sentido opuesto al centro de giro. El módulo de la fuerza centrífuga depende del peso y la velocidad del conjunto y también del radio de curvatura:

$$F_c = \frac{P}{g}\omega^2 r = \frac{P.v^2}{g.r} = m\frac{v^2}{r} \qquad (8)$$

Donde P es el peso; g, la aceleración de la gravedad; ω, es la velocidad angular; v es la velocidad lineal y r el radio de curvatura y el cociente de P/g es la masa de la bicicleta.

De esta forma, para equilibrar las fuerzas que actúan sobre el conjunto bicicleta-ciclista es necesario que el conjunto se incline hacia la parte interior de la curva (Fig. 3). Cuando nuestra velocidad es baja mantenemos el equilibrio gracias a movimiento que hacemos con el manillar de un lado a otro. Gracias a este sencillo movimiento aparece una fuerza centrífuga en sentido contrario al que podemos caer, la cual nos estabilizará.

Tal como indica la ecuación (8), a bajas velocidades el desequilibrio es grande. De esta manera, la fuerza estabilizadora también debe ser grande y el radio de curvatura tiene que ser muy pequeño, tal que necesitamos dar un golpe de manillar grande.

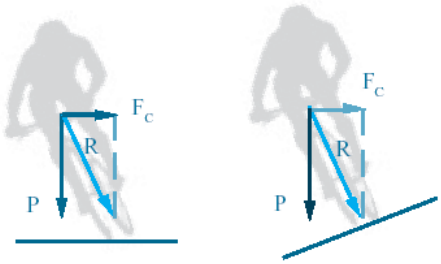


Fig. 3. Equilibrio en curvas

El momento de giro de los pedales o del manillar se tiene que poder transmitir para provocar el movimiento de la bicicleta, el cual se inicia desde los pedales hacia las ruedas a través de los puntos de unión que sean necesarios para una transmisión eficiente. Si observamos la bicicleta podremos encontrar dos tipologías de unión: la directa (la existente entre el manillar y la rueda delantera) y la indirecta (unión de los pedales y la rueda posterior mediante cadenas).

La transmisión del movimiento de la corona a la rueda posterior, se explica de la siguiente forma: la cadena se fija por una parte a través de la corona y por otra a través del piñón de la rueda, mediante unos dientes cuyo número es igual tanto en la corona como en el piñón. De esta manera, los pedales, al moverlos, hacen girar la corona y este arrastra la cadena, que a la vez hace girar el piñón y con esto hace girar la rueda.

Así el piñón y la corona, al estar unidos, recorren la misma longitud de arco, pero como tienen diferentes radios, el ángulo girado por uno y por otro no es igual. A mayor radio, menor ángulo, conservándose la igualdad de recorrido. La relación que mantiene la corona y el piñón es, por lo general, de un cuarto, es decir por cada vuelta que hace la corona, el piñón

hace 4. Para lograr esto se utiliza la relación $A.R = a.r$ (ángulo x radio de la Corona = ángulo x radio del Piñón), de donde:

$$\frac{A}{a} = \frac{r}{R}$$

$$\frac{\text{Nº de dientes del Piñón}}{\text{Nº de dientes de la Corona}} = \frac{\text{Nº de vueltas de la Corona}}{\text{Nº de vueltas del Piñón}} \quad (9)$$

Estudiemos la transmisión del movimiento de la corona a la rueda posterior. La cadena se fija por una parte a través de la corona y por otra a través del piñón de la rueda, mediante unos dientes cuyo número es igual tanto en la corona como en el piñón. De esta manera, los pedales, al moverlos, hacen girar la corona y este arrastra la cadena, que a la vez hace girar el piñón y con esto hace girar la rueda.

Una polea es un disco que puede girar alrededor de un eje central y que tiene un canal en su borde dónde se acopla el elemento transmisor de la fuerza: una cuerda. Si sustituimos el canal del borde por dientes y si el elemento transmisor es una cadena que une los dientes, entonces la corona y los piñones pueden considerarse unas poleas fijas, cumpliéndose que:

$$F_m = F_r \quad (10)$$

donde F_m equivale a la fuerza máxima que aplicamos y F_r es la fuerza que actúa sobre la cadena.

Es importante estudiar la relación que mantienen la corona y el piñón a la hora de transmitir el movimiento, puesto que en las subidas interesará aprovechar al máximo la fuerza aplicada a la cadena a través del pedaleo. Para que esto sea posible será necesario disminuir el radio de la corona y aumentar

el radio del piñón. Así pues, es por esta razón que los ciclistas tienen un juego de diferentes coronas y piñones.

Para establecer la relación existente entre la fuerza que hace el ciclista y la que la rueda posterior aplica al terreno, denominaremos F_m (fuerza motriz) a la fuerza que hace el ciclista sobre el pedal; F_t, a la fuerza de la tensión de la cadena y simplemente F a la fuerza que hace la rueda en el terreno por impulsar la bicicleta (que es paralela al terreno); entonces, los momentos de estas fuerzas implicadas sobre los ejes de la corona y el piñón (Fig. 4), se calculará:

$$F_t.R = F_m.l \quad (11) \quad \text{y} \quad F_t.r = F.R_d \quad (12)$$

de donde:

$$F_t = F_m \frac{l}{R} \quad (13) \quad \text{y} \quad F_t = F \frac{R_d}{r} \quad (14)$$

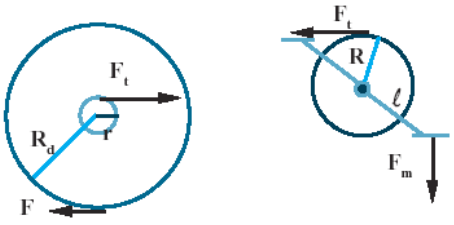


Fig. 4. Relación de fuerzas en corona-piñón

Dado que la tensión de la cadena entre la corona y el piñón en la zona superior, por dónde se realiza la transmisión de

la fuerza motriz, es la misma en el extremo de la corona, entonces será en el eje del piñón dónde:

$$F_m \frac{l}{R} = F \frac{R_d}{r} \quad (15)$$

despejando F, queda:

$$F = F_m \frac{l}{R} \frac{r}{R_d} \quad (16)$$

donde, F es más pequeña que el peso; R_d, es el radio de la rueda; r el radio del piñón, l es la longitud de la biela y R es el radio de la corona.

Como el radio de la corona es siempre más pequeño que el radio de la rueda y también, en general, el radio del piñón es menor que el radio de la corona, la fuerza que impulsa la bicicleta es siempre más pequeña que la motriz que hace el ciclista. La fuerza que hace la rueda contra el terreno impulsa la tierra hacia atrás. Como reacción, la tierra impulsa la bicicleta adelante. Lo que hace adelantar la bicicleta, entonces, es la fuerza horizontal contra la tierra.

El cambio de marchas de las bicicletas actúan sobre la relación r/R (radio del piñón dividido radio de la corona). Para aumentar la F al máximo hace falta elegir una corona más pequeña y el piñón más grande. En terreno plano, la fuerza F de la rueda trasera contra el terreno, en dirección paralela a la tierra, se iguala al rozamiento equivalente si se quiere mantener la velocidad constante. En general, en estas condiciones se recomienda una corona grande y un piñón pequeño que es cuando se puede conseguir la máxima velocidad.

Para comprobarlo, consideramos que la potencia máxima que el ciclista transfiere a los pedales de la bicicleta es el producto de:

$$P = F_m.v_p \quad (17)$$

Siendo v_p la velocidad del pedal. Por el principio de la conservación de la energía, esta potencia tiene que ser también:

$$P = F.v_b \quad (18)$$

siendo v_b la velocidad de la bicicleta.

Para conseguir la máxima velocidad tenemos que minimizar F disminuyendo el cociente r/R, es decir, piñón pequeño y corona grande, mientras F sea suficiente para contrarrestar la fricción. Se tiene que tener en consideración que la resistencia ejercida por el aire crece con la velocidad.

Los frenos de la bicicleta son una combinación de palancas a través de las cuales se llega a la rueda.

Los momentos de las fuerzas que actúan sobre este sistema son:

$$F_m.d_m = F_c.d_c \quad (19)$$
$$F_c.d_{c'} = F_p d_p \quad (20)$$

Donde F_m, es la fuerza que hace el ciclista para accionar el freno; d_m, el largo de la palanca; F_c, es la fuerza que tensa el cable accionado por el ciclista; d_c, es el largo de la pieza; F_p, la fuerza que frena la rueda y d_p, el largo del brazo del freno (Fig. 5).

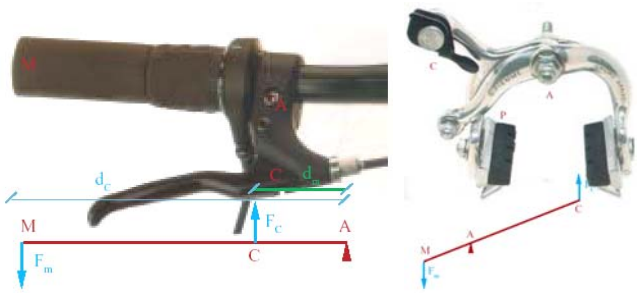


Fig. 5. Momentos de fuerzas en el sistema de frenos

Cuando frenamos sólo con la rueda de adelante aparece una fuerza F_1 que actúa en el punto de contacto de la rueda con el terreno, que tendrá un momento equivalente al de la fuerza F que existe en la rueda posterior, de tal forma que:

$$F_1.a = F.l \Rightarrow F = F_1 \frac{a}{l} \quad (21)$$

donde a es la distancia desde F_1 hasta el centro de gravedad (función de alzada de la bicicleta) y l es la distancia que separa las dos ruedas (distancia entre ejes) (Fig. 6).

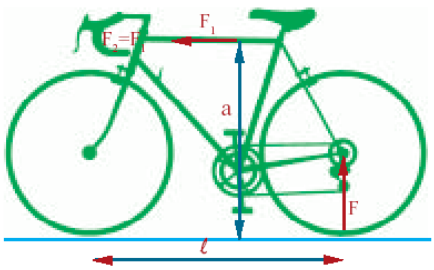


Fig. 6 – Sistemas de fuerzas en frenos

Así la tendencia que tiene la bicicleta a girar cuando frenamos sólo con el freno delantero está determinada por la constante: $C = \frac{a}{l}$, o sea que cuanto más grande sea la alzada de la bicicleta y menor la distancia entre los ejes, mayor estabilidad tendremos en la frenada. Por esta razón, cuando frenamos es recomendable utilizar simultáneamente los dos frenos.

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo realizan un determinado trabajo mecánico, que depende de la intensidad de la fuerza y del recorrido que haga el cuerpo, como resultado de la acción de las fuerzas. Analizando las fuerzas que actúan en el conjunto ciclista-bicicleta tanto las de acción como aerodinámicas y de rozamiento entre otras y las de reacción, para realiza el trabajo que hacemos cuando pedaleamos en la bicicleta, vemos que él mismo se invierte en mover el conjunto bicicleta-ciclista, o sea, en variar su energía cinética.

Existen dos tipos de energía cinética: la de translación y la de rotación. En el primer caso, la energía cinética de translación se calcula como:

$$K = \frac{1}{2}.m.v^2 \quad (22)$$

donde m es la masa y v, la velocidad.

La manera de obtener más energía cinética de translación y así incrementar la velocidad de la bicicleta, será teniendo una menor masa del conjunto bicicleta-ciclista. Por esta razón, los ciclistas profesionales no sólo son personas de bajo peso, sino que utilizan bicicletas muy ligeras.

La energía cinética de rotación, se calcula como:

$$K_R = \frac{1}{2}.m.\omega^2.r^2 \quad (23)$$

donde m es la masa de las partes que giran en la bicicleta; ω, la velocidad angular y r, el radio de giro.

De todas las partes que giran en la bicicleta las más importantes son las ruedas, en las cuales interesa que la mayor parte de su energía se gaste en el desplazamiento y no en la rotación o movimiento de giro. Esto se consigue reduciendo la masa de las ruedas y por esta razón la llanta y los neumáticos tienen que ser ligeros. Este mismo razonamiento se aplica a la corona y al piñón, de tal manera que el primero tiene los pedales ligeros y en el segundo el diámetro de los engranajes es más reducido.

Estrictamente relacionada con el trabajo se define la magnitud conocida como potencia. La potencia media que desarrolla una fuerza cualquiera en un intervalo de tiempo se define como el trabajo realizado por esta fuerza en la unidad de tiempo:

$$P = \frac{W}{t} \quad (24)$$

donde P es la potencia; W. el trabajo realizado por una fuerza cualquiera y t, el intervalo de tiempo que consideramos.

Metodología

La clase está destinada para alumnos de primer año de Ingeniería en Sistemas de la UNDeC, los cuales ya poseen conocimientos prácticos de cálculo matemático. La misma se desarrollará en las siguientes etapas:

- Introductoria: Aquí se pretende la familiarización con la temática de la mecánica partiendo de intereses y motivos.
- Formalizadora: Aquellas expresiones de los alumnos tales como rápido, pesado, doblar y caer entre otras se formalizan en conceptos propios del ámbito de la Física.
- Estructura de Trabajo: Los alumnos se dividen en grupos dependiendo de la cantidad, con elección de un expositor, calculistas y redactores. El rol del docente es de facilitador y motivador para la interacción entre los estudiantes, permitiéndoles debatir en formulaciones de las preguntas, las respuestas, las ecuaciones y los cálculos.
- Observación: En base a distintas situaciones de reposos o de movimiento tales como: desplazamiento rectilíneo, zigzagueante, con pendiente y sin pendiente y con velocidad mínima para mantener el equilibrio, los grupos formulan preguntas de tipo cualitativo y registran las respuestas dadas por ellos mismos. La bicicleta es conducida imaginariamente por distintos ciclistas estudiantes e intercambiaban preguntas y respuestas entre ellos, en dos roles de percepción: ciclista y observador.
- Cálculo: Los docentes formulan preguntas cuantitativas y los grupos realizan cálculos basándose solamente en conocimientos previos e intuitivos, registrando las respuestas. Posteriormente, los docentes presentan las

ecuaciones específicas aplicadas a las distintas situaciones de equilibrio y de movimiento, con las magnitudes físicas consideradas para el cálculo formal, dando ejemplos de valores de velocidad, fuerza y pesos ente otros. En estas condiciones, se repite la consigna de cálculo pero esta vez con el uso de las ecuaciones presentadas.

- Comparación: Los grupos proceden a presentar su trabajo defendiéndolo y abiertos a rectificaciones y modificaciones que consideren. Esta etapa reflexiva sobre trabajos propios y ajenos favorecerá la necesidad de comunicación de entre estudiantes y sus distintas formas de organizar el conocimiento.
- Evaluación: Se plantea una evaluación general sobre conceptos y uso de las ecuaciones, como actividad integradora de la experiencia áulica.
- Actividad complementaria: se puede realizar alguna actividad complementaria, tal como la determinación práctica del centro de gravedad de la bicicleta. Para ello, se explicará que se debe colgar la bicicleta por un punto cualquiera de uno de sus extremos, en el instante en que se esté quieta, el peso de la bicicleta se contrarresta con la fuerza de la cuerda de la que cuelga. Entonces, el centro de gravedad se encuentra sobre la dirección que marca la cuerda, de manera que tenemos que marcar la dirección de éste sobre el cuadro de la bicicleta. A continuación, tenemos que colgar la bicicleta por otro extremo, en el instante en que se quede quieta obtendremos una segunda dirección, marcada por la cuerda, donde se encuentra el centro de gravedad. En el punto en que se cortan ambas direcciones es donde está ubicado el centro de

gravedad de nuestra bicicleta: aproximadamente a unos 25 cm por encima del eje de la corona (Fig. 7).

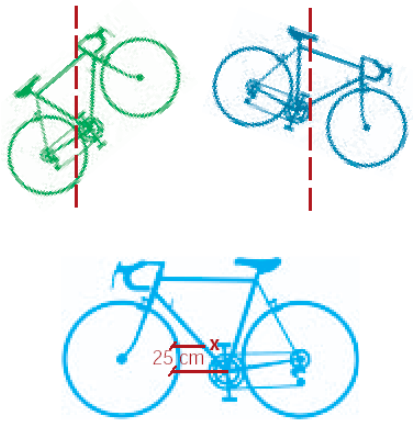


Fig. 7. Determinación del centro de gravedad de la bicicleta

Conclusiones

Los conocimientos de Física son, por su naturaleza, difíciles de transmitir a los estudiantes, ya que, en su mayoría, son reacios a su estudio. Por ello proponemos este modelo de clase y sugerimos al docente el uso de la bicicleta como elemento contextualizador, debido a que es una máquina que la inmensa mayoría de los alumnos lo ha utilizado o utiliza en su vida diaria.

Pensamos que esta estrategia, nueva y novedosa, permitirá a nuestros alumnos aprender significativamente las leyes de la Física mediante elementos que casi siempre han despertado su curiosidad y encontrarán, a través de ellas, analogías para poder aplicar estas leyes a la vida cotidiana. Por otra parte, su conocimiento será netamente constructivo, pues

se anclará en objetos de sobra conocidos por el estudiante y de reiterada utilización por su parte.

Bibliografía

Ausubel, D., Novak, J. y H. Hanesian (1983). Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. México: Editorial Trillas.

Chade Vergara, P. (2009). Apuntes de Cátedra para Física I. La Rioja: Universidad Nacional de Chilecito.

Dorado Perea, C. (1996). Aprender a aprender. Estrategias y técnicas; en http://www.xtec.cat/~cdorado/cdora1/esp/metaco.htm

Escaño, J. y M. Gil de la Serna (1992). Cómo se aprende y cómo se enseña. Barcelona: Editorial ICE/Horsori.

Gil, D. (1994). Relaciones entre el Conocimiento Escolar y el Conocimiento Científico. Investigación en la Escuela. Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 23. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y J. Martínez Torregrosa. (1991). La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria. Barcelona: ICE, Universitat Autónoma de Barcelona.

González, E. (1992). ¿Qué hay que Renovar en los Trabajos Prácticos? Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol 12. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Lillo, J. (1994). Los Trabajos Prácticos de Ciencias Naturales como Actividad Reflexiva, Crítica y Creativa. Revista Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Vol. 22. Valencia: Universidad de Valencia.

Manuale, M. (2012). Estrategias Didácticas. Una Construcción del Docente; Entre Ríos: Universidad Nacional del Litoral.

Núñez, V. (1999). Pedagogía Social: cartas para navegar en el nuevo milenio. Argentina: Editorial Santillana.

Otero, M. (1997). ¿Cómo usar analogías en clases de Física? Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 14, N° 2. Florianópolis.

Resnick, R. y D. Halliday (2001). Física I. México: Editorial Continental.

Schoenfeld, A. (1987). Cognitive Science and Mathematics Education. Michigan: Erlbaum Association.

Senge, P. (1985). La Quinta disciplina. Madrid: Editorial Granica.

Serway, R. y J. Jewett (1998). Física I.Colombia: Editorial Mc Graw Hill.

Valdés Castro, P. y R. Valdés Castro (1999). Características del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física en las Condiciones Contemporáneas, Revista de Historia y Epistemología de las Ciencias. Cuba: Editorial Educación Cubana.

Propuesta superadora en el Laboratorio de Química General para facilitar la construcción del proceso Enseñanza Aprendizaje en un ámbito interdisciplinario del Conocimiento

Martínez, Horacio José; Rousserie, Hilda Fabiana; Velazque, Mirta Susana; Cives, Hugo Rodolfo

Facultad de Ciencias de la Alimentación.Universidad Nacional de Entre Ríos.
Avenida Monseñor Tavella 1450. Concordia, Entre Ríos. martinezhori@hotmail.com

Resumen

En las prácticas de Laboratorio de Química General interdisciplinariamente, hacemos uso de contenidos del área de las matemáticas y de la física como también de termodinámica, entre otras, de la Carrera de Ingeniería en Alimentos perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Los docentes, en su mayoría, manifiestan un descontento al señalar que los alumnos no son capaces de relacionar los conceptos entre las diferentes áreas con los fenómenos involucrados en la práctica experimental y además no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento. El desarrollo profesional docente

es un eje fundamental en el proceso de reforma educativa, puesto que marca la posibilidad de generar transformaciones sustantivas en las prácticas pedagógicas. Es fundamental la creación y recreación de espacios que favorezcan el intercambio de experiencias, trabajo colaborativo y la reflexión crítica sobre el propio quehacer.

Atendiendo esta problemática se diseña una propuesta de articulación entre las asignaturas de química general y termodinámica con el objeto de superar las dificultades, a partir del trabajo conjunto entre los docentes involucrados.

Palabras Clave: Metodología; Química; Termodinámica; Articulación.

Introducción

Llevar a cabo el presente trabajo de estrategias didácticas significó una revisión de nuestra tarea docente dentro de un marco critico en conjunción con un intercambio de diferentes experiencias que a cada uno de los docentes nos toco analizar. En varias ocasiones y dadas las circunstancias de expectativas no logradas, nos hemos replanteado nuestro accionar como actores de la enseñanza en las Prácticas de Laboratorio, sobre todo cuando los alumnos no logran relacionar los conceptos y los fenómenos involucrados en el experimento. Además, no ven o "no sienten" la *experimentación* como una etapa dentro del proceso de la construcción del conocimiento.

Asumiendo la concepción del aprendizaje significativo definido por Ausubel resulta sencillo pensar la reconstrucción de un nuevo saber pedagógico, partiendo desde la consideración de que el alumno cuando aprende lo hace desde conocimientos ya

establecidos, preexistentes, en su estructura cognitiva, con los cuales la nueva información puede interactuar. Lo nuevo, dado por la realidad que lo rodea, es la fuerza impulsora que provoca que el sujeto que aprende pueda desarrollar nuevos conocimientos y consecuentemente nuevas competencias o capacidades. Desde esta mirada podemos proponer actividades que contemplen articulación de contenidos donde el alumno pueda realizar un análisis integral de la situación experimental desde diversos puntos de vista, es decir, desde diversas áreas disciplinares del conocimiento de modo de alcanzar un conocimiento integral de la nueva situación. Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente" (Ausubel, 2000).

La reflexión crítica sobre la práctica se torna una exigencia de la relación teoría-práctica, sin la cual la teoría puede convertirse en palabrería y la práctica en activismo, de modo tal que se pueda crear la posibilidad de producción o construcción de conocimientos de todos los actores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje; tal como lo expresa Freire"Quién enseña aprende al enseñar y quién aprende enseña al aprender" (Freire, 2004).

La importancia de la experiencia directa como medio para abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje reside en la fuerza de impacto que la vivencia causa en el sujeto que aprende. Esta vivencia posibilita que el proceso de análisis y conceptualización sea mucho más eficaz de modo que facilita el aprendizaje e interiorización de los nuevos conceptos, habilidades o actitudes.

Este aprendizaje se integra a través de la asimilación de modelos conceptuales que le permitirán actuar en situaciones

futuras, en el entorno real posterior de su vida profesional, donde podrán transferir lo aprendido en lo cotidiano, a través de acciones de seguimiento y proyectos concretos. Esto proporciona la práctica consciente necesaria para que se produzca la interiorización de las conductas y, por tanto el desarrollo personal y profesional.

Estamos ante una ruptura de la formación clásica, partiendo de paradigmas diferentes y llegando a resultados también distintos. Desde esta nueva perspectiva, el aprendizaje se produce a través del proceso en el cual el aprendiz tiene la oportunidad de descubrir e involucrarse de manera activa y construir su propio aprendizaje a través de la acción directa y lograr integrar todo el contenido de los diferentes modelos conceptuales de las diversas áreas del conocimiento.

Para ello es preciso dar coherencia y unidad al sistema de contenidos, entendiéndose a este como el trabajo articulado entre diferentes áreas del conocimiento que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje. La construcción de la articulación implica pensar simultáneamente en la unidad y la diversidad, en ella los docentes debemos saber que el alumno, es un sujeto activo que transita y va modificándose interna, gradual y progresivamente en la medida de sus propias construcciones cognitivas y de su desarrollo personal y social en relación con los demás. En este sentido la universidad constituye el espacio particular en que la articulación se instituye como acción real dando sentido al perfil del egresado, pensado éste como un futuro profesional capaz de desenvolverse como sujeto crítico, autónomo, competente y constructor de su propia identidad en relación con los demás y su entorno.

Objetivo

El objetivo del presente trabajo es realizar acciones que permitan solucionar la desarticulación de contenidos entre las diversas áreas del conocimiento en la enseñanza de la Química General, a través de las experiencias de laboratorio en la carrera de ingeniería en alimentos. Para ello se proponen acciones centradas en lograr articular:

- Saberes previos con los nuevos saberes
- Contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales
- Actividades intercátedras y espacios físicos compartidos

Metodología

La propuesta metodológica se funda en la concepción de la práctica experimental, abordada desde las asignaturas Química General y Termodinámica, donde el eje central del proceso de enseñanza aprendizaje es el alumno como un sujeto potencial de desarrollo de nuevas competencias específicas y capaces de alcanzar una formación integral. En otras palabras, podemos decir, un sujeto capaz de resolver una situación real y alcanzar la representación simbólica como medio de descripción de la misma de forma simple para poder interactuar. La metodología a implementar está pensada de manera tal que el alumno participe activamente en las diferentes instancias de modo que los docentes sean orientadores y guías en la transposición de los saberes.

Para llevar adelante esta experiencia se propone a los alumnos un análisis integral de los contenidos abordados desde

química general y termodinámica; los temas propuestos son: temperatura, calor y su relación con las propiedades físico-químicas de una sustancia como el agua y una matriz compleja como un alimento propuesto por ellos, en este caso se trabajó con chocolate y helado de agua.

Experimentalmente los alumnos debían proceder a colocar agua, chocolate y helado en estado sólido, cada uno en tubos de ensayo correspondientes para su posterior calentamiento, hasta alcanzar el estado líquido. A continuación debieron seguir calentando las distintas sustancias hasta su ebullición. Para el registro de la temperatura se utilizó un termómetro de mercurio, el cual previamente se había calibrado con agua destilada. Con los datos obtenidos se confeccionaron tablas y gráficos.

Esta experiencia de laboratorio significó para el alumno un disparador para el análisis y reflexión de una situación real y cotidiana asociada al marco teórico sustentando desde ambas asignaturas.

Resultados

De acuerdo a las consignas sugeridas por los docentes a los alumnos, estos en general lograron establecer una relación coherente entre las propiedades físico-químicas de los alimentos y su relación con el calor y la temperatura alcanzadas por los diferentes alimentos de acuerdo a su composición química. En este sentido pudieron integrar otros contenidos abordados desde la asignatura de química general tales como propiedades coligativas de las soluciones y el efecto de los aditivos en los alimentos. Además alcanzaron a interpretar experiencias basadas en hechos de su vida cotidiana en relación a los diferentes

calores específicos de las distintas sustancias que conforman estas matrices complejas, los alimentos.

Los diferentes grupos de trabajo, plantearon diferentes resultados, los cuales enriquecieron la discusión y el debate al momento de la puesta en común. Algunos de los resultados obtenidos se transcriben a continuación:

El agua se colocó hielo en un tubo de ensayo y dentro de este un termómetro. Y con un cronómetro y termómetro se registró el tiempo y la temperatura. Repetimos este procedimiento hasta que se derritió por completo el hielo. Los resultados figuran en Tabla 1.

N° Medición	Temperatura(°C)	Tiempo(minutos)
1	-20	0
2	-6	1
3	-1,5	2
4	0,5	4
5	1	6
6	1	8
7	1	10
8	1	12
9	1	14
10	1,1	16
11	1,5	18
12	5	20
13	8	22

Tabla 1: Calentamiento sustancia agua.

Una vez derretido el hielo, se comenzó a calentar hasta lograr la ebullición.Los resultados obtenidos figuran enTabla 2.

N° Medición	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
1	23	0
2	23	2
3	36	4
4	52	6
5	70	8
6	77	10
7	83	12
8	90	14
9	95	16
10	96	18
11	98	20
12	101	22
13	114	24

Tabla 2: Calentamiento sustancia agua hasta ebullición.

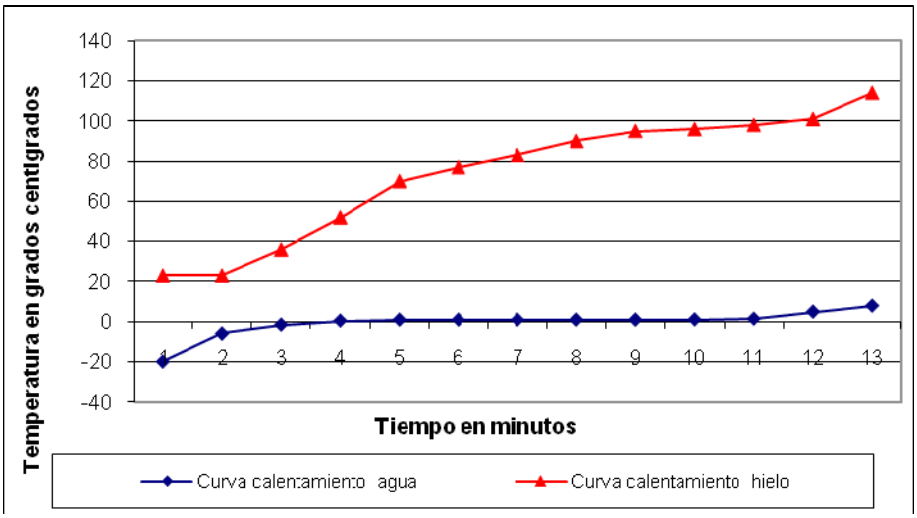


Gráfico 1: Curvas de calentamiento de la sustancia, agua.

Conclusión: por las propiedades coligativas, es decir debido a que existen sólidos disueltos en el agua, la mismaregistrauna temperatura de ebullición más alta de lo normal para una atmósfera de presión.

El chocolate como matriz compleja contiene los siguientes ingredientes: azúcar, aceite vegetal hidrogenado, cacao, emulsionante.

Método operatorio: Se calienta el chocolate a baño María. Se registra la temperatura de fusión.Se sigue calentando hasta los 88°. Se saca del calor y se deja enfriar, para registrar la curva de enfriamiento.

N° Medición	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
1	27	0
2	30	2
3	31	4
4	40	6
5	55	8
6	67	10
7	88	12

Tabla 3: Temperaturas registradas durante la fusión del chocolate.

Temperatura de enfriamiento obtenida, registrada cada dos minutos.

N° Medición	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
1	88	0
2	85	2
3	76	4
4	68	6
5	57	8
6	52	10
7	45	12
8	42	14
9	40	16
10	38	18
11	37	20

Tabla 4: Temperaturas registradas durante la solidificación del chocolate.

Datos Obtenidos:

Mesa 1 Chocolate 1	**Mesa 2 Chocolate 2**	**Mesa 3 Chocolate 1**	**Mesa 4 Chocolate 2**
Temperatura Inicial: 23,5	Temperatura Inicial: 27°C	Temperatura Inicial: 25°C	Temperatura Inicial: 28°C
Temperatura Fusión: 37 °C - 40°C	Temperatura Fusión: 31 °C	Temperatura Fusión: 34°C - 50°C	Temperatura Fusión: 30°C

Tabla 4: Temperaturas registradas en la solidificación del chocolate.

Datos Obtenidos:

Mesa 1 Chocolate 1	Mesa 2 Chocolate 2	Mesa 3 Chocolate 1	Mesa 4 Chocolate 2
Temperatura Inicial: 23,5	Temperatura Inicial: 27°C	Temperatura Inicial: 25°C	Temperatura Inicial: 28°C
Temperatura Fusión: 37 °C - 40°C	Temperatura Fusión: 31 °C	Temperatura Fusión: 34°C - 50°C	Temperatura Fusión: 30°C

Tabla 5: Temperaturas registradas durante la fusión y solidificación del chocolate para distintos grupos de trabajo

Conclusión: se trabajó con dos chocolates diferentes y al comparar los datos obtenidos, se llegó a la conclusión de que el que tenía mayor punto de fusión (chocolate 2), tiene más grasa y tarda mucho más en llegar al punto de fusión. En cambio el (chocolate uno) llego a su punto de fusión rápidamente. El chocolate al ser una mezcla impura nunca tiene un punto de fusión constante.

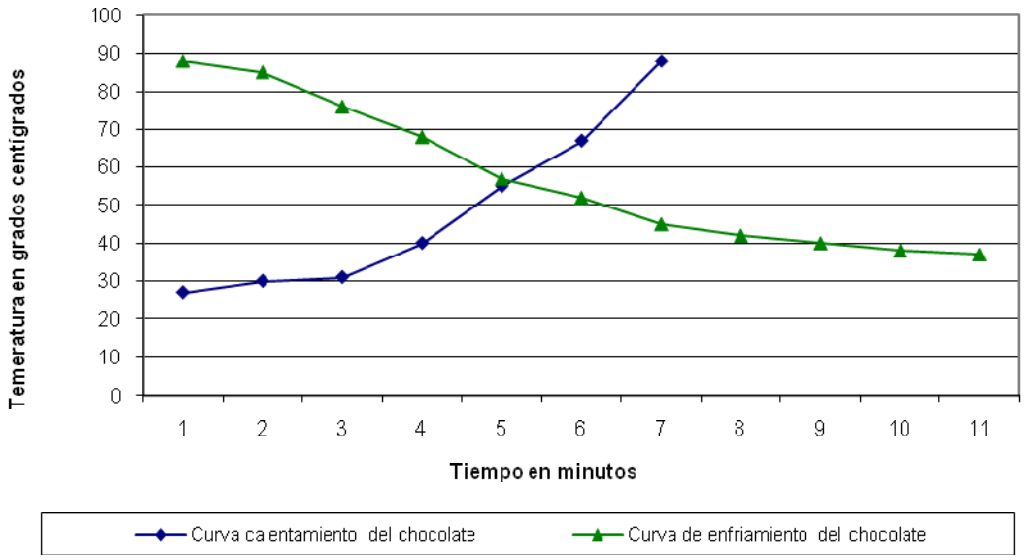


Gráfico 2: Curvas de calentamiento y enfriamiento del chocolate.

El helado de agua (componentes disueltos) contiene como ingredientes: azúcar, fruta o jugo, estabilizante.

Método operatorio: se deja que llegue al punto de fusión, mientras tanto se va tomando su temperatura, cada dos minutos. Una vez que llegamos al punto de fusión, se empieza a calentar y se sigue tomando su temperatura hasta llegar al punto de ebullición.

Temperatura de fusión obtenida, tomada cada dos minutos.

N° Medición	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
1	-8	0
2	-5	2
3	-2	4
4	4	6
5	6	8

Tabla 6: Temperaturas registradas durante la fusión del helado Temperatura de ebullición obtenida, tomada cada dos minutos.

N° Medición	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
1	6	0
2	15	2
3	32	4
4	60	6
5	83	8
6	95	10
7	104	12
8	113	14
9	116	16

Tabla 7: Temperaturas registradas durante el calentamiento a ebullición del helado.

Conclusión: el helado no se comportó como el agua, tenemos un ascenso ebulloscópico mayor al del agua. El

estabilizante pierde su función, no hay aire, se comporta como una solución acuosa.

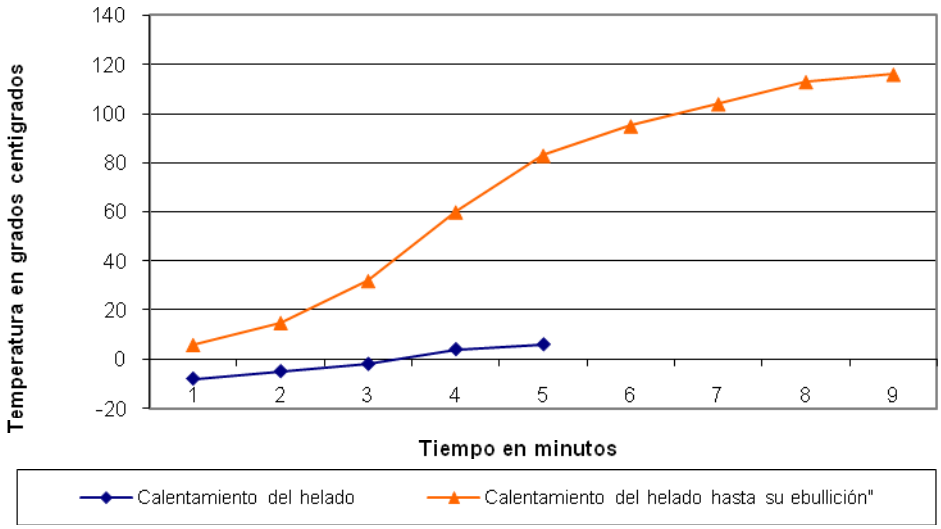


Gráfico 3: Curvas de calentamiento del helado.

Análisis y Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, podemos decir que: si bien se ha logrado que los alumnos puedan articular los contenidos de las diferentes áreas disciplinares del conocimiento, también es de relevancia el accionar participativo de todos los actores del proceso de enseñanza aprendizaje. Con este análisis se quiere manifestar que no solo los alumnos fueron impactados de nuevos conocimientos sino también los docentes fuimos sorprendidos por el nivel de análisis integral alcanzado en la experiencia desde los contenidos propuestos por los docentes.

Podemos concluir que una actividad crítica de quienes hacemos el desempeño de la labor pedagógica hace posible generar transformaciones sustantivas desde la creación de nuevos escenarios ofreciendo actividades con coherencia y unidad de contenidos, lo que facilita el trabajo grupal, interdisciplinario que permite la reflexión crítica sobre el propio quehacer, lo que posibilita el desarrollo de un pensamiento complejo que es lo que demanda hoy la universidad.

Bibliografía

Ausubel, D. P. (2000). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Bs. As.: Editorial Paidós.

Bruner, J. S. (2004).*Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Ediciones Morata. S.L. Madrid.

Freire, P. (2004).*Pedagogía de la autonomía*. Sao Paulo*:* Paz e Terra. S.A.

Chang, R. (2010).*Química*. Decima Edición. N.Y.: Mc Graw Hill Educación.

Jares, X. R. (1999). Volver a pensar la educación (Vol. II). En: *Prácticas y discursos educativos (Congreso Internacional de Didáctica.* Madrid:Ediciones Morata S.L. pp. 133-149.

Luchetti, E. (2007). *Articulación*. Bs. As.: Bonum. Buenos Aires.

Villa Gerley, M. R. (2007). *Manual de Practicas Química General*. Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín.

Rediseño Educativo de Física II.
Banco de Estrategias de Aprendizaje Activo de Física II.

Palma, Nélida Beatriz; Chirino, Sandra Ansise

Laboratorio de Innovación Educativa en Física (LIEF); Departamento de Física.
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan
npalma@unsj.edu.ar; anchir@unsj.edu.ar

Resumen

Este trabajo tiene el propósito de compartir la experiencia del rediseño educativo de la cátedra Física II en carreras de ingeniería. En el marco de este rediseño educativo de la cátedra es que desarrollamos y aplicamos algunas estrategias de aprendizaje que consideramos pueden servir a otras cátedras, es por ello que las presentamos a continuación.

Palabras clave: Estrategias; Aprendizaje Activo; Electromagnetismo; Óptica.

Introducción

El objetivo que persigue esta programación es organizar y orientar los procesos didácticos previstos para la Cátedra de Física II de las carreras de Ingeniería.

La propuesta de enseñanza que presentamos en esta programación didáctica ha sido diseñada para ser presentada a los alumnos e intentamos dar respuesta a los siguientes interrogantes:

¿Qué es lo que queremos que comprendan de Física II?

¿Cómo nos daremos cuenta de lo que van comprendiendo?

¿Qué evidencias tendrán los alumnos de sus propias comprensiones?

Fundamentación

Esta cátedra tiene como finalidad que los estudiantes aprendan significativamente los conceptos relevantes de los campos de la Física correspondiente a Electromagnetismo y Óptica.

Los físicos desarrollan su labor profesional en interacción con el medio histórico-social que lo rodea, por ello la ciencia es un producto de una sociedad y una cultura determinadas.

Los científicos para resolver un problema realizan un análisis de los antecedentes del tema como estrategia para su solución. Así también el trabajo en equipo es otra característica de la labor del científico.

Los resultados de un trabajo científico son comunicados y sometidos a críticas, a contrastaciones experimentales independientes, a comparación con otros resultados, etc. De esta forma se establece dentro de la comunidad científica una actividad de control y realimentación mutuos de negociación de significados, de búsqueda de consensos que permite el crecimiento de un cuerpo de conocimientos compartidos.

Coherente con este enfoque el aprendizaje de Física se debe organizar como un proceso de creación intelectual, colectiva, reflexiva, racional y rigurosa que permite la presentación y confrontación de diversas argumentaciones en la búsqueda de un consenso basado en las premisas fundadas y contrastadas, y coherente con el saber científico. De las diferentes posturas históricas y epistemológicas, en esta cátedra se consideran aquellos aportes que sean adecuados para contextualizar los distintos conceptos físicos que se abordaran en ella.

El docente de Física debe actuar como representante de la comunidad científica y orientar el trabajo de los alumnos de modo que este sea coherente con el modo de enfrentar las cuestiones y con el saber elaborado por la comunidad científica. El profesor es el mediador entre el conocimiento a enseñar y el alumno, en la Transposición didáctica.

El encuadre teórico sobre el cual se apoya el presente planeamiento de Física II surge a partir de una perspectiva de Enseñar para comprender basándonos en el APRENDIZAJE ACTIVO Y COLABORATIVO.

Marco Teórico

En el marco del Aprendizaje Activo y Colaborativo, sintetizamos como característica de la propuesta: que el aprendiz es un artesano de sus propios conocimientos y todo conocimiento se construye sobre conocimientos precedentes.

Para el logro de un aprendizaje comprensivo de Física II, la nueva información debe ser relacionada con la estructura cognoscitiva preexistente de los estudiantes. Este proceso de asimilación-acomodación posibilita la apropiación comprensiva de saberes.

Recordemos que consideramos que el aprendizaje activo significa, básicamente, que los estudiantes están involucrados en algún tipo de actividad guiada en la clase, a fin de que estén haciendo algo en el aula, además de sentarse y escuchar al instructor dar una conferencia o viendo los problemas de trabajo en la pizarra.

En función de lo expresado anteriormente es que las estrategias de enseñanza utilizadas se basan en la investigación educativa en aprendizaje/enseñanza de la física y en el desarrollo de la ciencia cognitiva, que muestran la conveniencia de que los estudiantes estén activamente involucrados en su propio proceso de aprendizaje.

Este objetivo se mantiene tanto en actividades de trabajo de laboratorio, con prácticas de estudiantes en pequeños grupos, como también en las clases teóricas multitudinarias, con estrategias de enseñanza como las Clases Demostrativas Interactivas, donde los estudiantes están siempre intelectualmente activos, realizando predicciones, contrastando estas con los resultados del experimento demostrativo, y discutiendo con sus pares en el aula y con el docente. Estas estrategias tienen en cuenta que la investigación educativa ha

mostrado que los estudiantes al abordar un nuevo tema necesitan primero trabajar con ideas concretas, por lo cual la utilización de experiencias de procesos tan cercanos a la vida cotidiana como sea posible es de fundamental importancia para lograr una comprensión significativa de los conceptos abordados. Estas estrategias de aprendizaje guían a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa del mundo real. En general utilizan un ciclo de aprendizaje que consta de los siguientes pasos:

1- observación/visualización de la experiencia,

2- predicción individual,

3- discusión entre pares en pequeños grupos,

4- comparación entre el resultado experimental y las predicciones.

Este ciclo de aprendizaje, que puede ser representado como PODS (Predicción, Observación, Discusión y Síntesis), favorece que el estudiante coteje las diferencias entre las creencias con que llega a la clase de física y las leyes físicas que gobiernan el mundo real.

Estrategias de Aprendizaje Activo Realizadas

1- Aprendizaje activo mediante simulación y análisis de video.

Nuestras experiencias se basan en el uso de las simulaciones en distintas instancias del proceso enseñanza-aprendizaje:

- En la explicación de conceptos,
- En la resolución interactiva de problemas,
- En la realización virtual de experiencias integradoras,
- En la evaluación de contenidos actitudinales y procedimentales,
- En la promoción del estudio independiente (solicitada por los alumnos).

Objetivos

- Propiciar la motivación de los estudiantes.
- Apoyar clases teóricas.
- Entrenar al alumnado en el manejo de simulaciones interactivas.
- Promover el interés por las clases prácticas.
- Favorecer el trabajo en equipo.
- Estimular las competencias individuales.
- Lograr la apropiación e integración de conocimientos.

Fundamentación

La práctica perfecciona el aprendizaje y la reflexión lleva al aprendizaje profundo. El ordenador permite practicar tantas veces como sea necesario. Y mientras en la vida real, las personas cometen errores accidentalmente, en el mundo virtual se puede provocar que los cometan. Ésta es una ventaja de la que se puede sacar un provecho incomparable (piénsese en los simuladores de vuelo).

El alumno decide su propio ritmo y controla su proceso. Las personas aunque aprenden igual tienen diferentes estilos.

Unos prefieren pasar directamente a la acción, otros prefieren investigar, otros solicitar consejo, otros, ver cómo lo hace un experto, por eso, una buena estrategia deberá tener en cuenta que hay que proporcionar diferentes vías para que todos esos estilos estén representados y el alumno pueda escoger su propio camino.

El trabajo de los alumnos siempre está guiado por el docente, que debe tener muy claro hacia que aprendizaje se apunta y pueda de esta forma servir de ***facilitador*** del aprendizaje de sus alumnos.

Se trabajó con propuestas didácticas en diferentes temas de nuestra currícula. Utilizando el análisis de las simulaciones que proporciona el programa "FISLET" (Esquembre, Francisco y otros, 2004). y otros applets ó videos gratuitos de internet.

2- Propuesta de autoevaluación del aprendizaje en entornos virtuales.

La actividad mental constructiva desarrollada por el alumno no asegura, necesariamente, una construcción óptima de significados y sentidos en torno al nuevo contenido de aprendizaje. Por un lado, porque el alumno puede no disponer de los recursos cognitivos más adecuados para asimilar el nuevo contenido. Por otro, porque, incluso si los tiene, puede no activarlos, o no establecer las relaciones más significativas y relevantes posibles entre esos recursos y el contenido en cuestión. La interacción entre alumno y contenido, no garantiza por sí sola formas óptimas de construcción de significados y sentidos.

Para lograr aprendizaje significativo en entornos virtuales, es necesario seguir de manera continuada el proceso de aprendizaje que el alumno desarrolla, y ofrecerle los apoyos y soportes que requiera en aquellos momentos en que esos apoyos y soportes sean necesarios.

La necesidad de constatar fehacientemente los conocimientos adquiridos en un proceso de aprendizaje es un proceso ineludible tanto para profesores como para los mismos alumnos interesados en conocer su progreso.

La evaluación es un proceso que se realiza al inicio, durante y al final de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, es un proceso que no se detiene y su seguimiento es de suma importancia para los actores del mismo.

La autoevaluación interactiva mediante entornos virtuales, permite al propio alumno conocer el rendimiento de su trabajo y al profesor realizar el seguimiento del aprendizaje de un alumno o un grupo de alumnos. La retroalimentación inmediata es muy importante y útil para que el estudiante pueda conocer el nivel alcanzado y a la vez corregir y conocer las partes del contenido en las que debe centrar más su atención.

La idea de la autoevaluación es que los alumnos reflexionen sobre su aprendizaje y que articulen las consecuencias de cada reflexión.

Las pruebas de respuesta objetiva, cerrada o de tipo test tienen como ventajas que son implementadas de forma sencilla, con corrección inmediata y automática (autoevaluación), en los entornos virtuales de aprendizaje/enseñanza.

En esta ponencia se propone la utilización de una herramienta freeware utilizada para la generación/cumplimentación de cuestionarios test por web: Hot Potatoes (off-line).

Esta es una herramienta de creación de test off-line, se utiliza para confeccionar preguntas cuando no se dispone de conexión a Internet, gratuita para educación, desarrollada por Half Baked Software y permite crear en la web test del tipo: selección múltiple, respuesta corta, crucigramas etc...

En la asignatura Física II, que se imparte en el segundo año de las distintas carreras de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de San Juan, hemos confeccionado test sobre distintos temas, en particular trabajamos con Campo Eléctrico y Corriente Continua, estos se encuentran en el servidor web de la facultad, en la página del Departamento de Física para que el alumno los pueda realizar tantas veces como quiera, utilizándolos como cuestionarios de autoevaluación.

3- Utilización de la estrategia de Aprendizaje Activo "Tutoriales" en el tema Óptica Geométrica".

Entre las diversas estrategias de enseñanza activa que se han propuesto en los últimos años se destacan los "Tutoriales para Física Introductoria" (Mc. Dermott y colaboradores, 2001) (en adelante Tutoriales), son un conjunto de herramientas didácticas diseñadas para servir de complemento a las clases teóricas y a los libros de texto de un curso normal introductorio de física general a nivel universitario. El propósito de los Tutoriales es favorecer la construcción de las ideas, de los conceptos básicos de la física favoreciendo el desarrollo del razonamiento científico.

En este trabajo presentamos la aplicación de Tutoriales, en alumnos universitarios en el tema Óptica geométrica. El sistema de evaluación que se utilizó fue de pre-instrucción y

post-instrucción mediante la aplicación de diagnósticos de respuestas múltiples.

Siguiendo esta metodología de enseñanza, que favorece el aprendizaje activo, se obtuvieron niveles de logro claramente superiores a los de las clases tradicionales.

Presentamos estas estrategias para los temas de Óptica Geométrica, pero se pueden aplicar a otros temas de física, seleccionando el material adecuadamente.

4- Demostraciones interactivas en el aula.

Esta estrategia fue desarrollada a partir del uso de pantallas de datos generadas en tiempo real mediante herramientas de laboratorio asistido por computadora, esto es, datos provenientes de las medidas realizadas desde la misma computadora mediante el equipo electrónico adecuado, un interfaz y el software necesario.

Metodología

1) El maestro describe la demostración y la realiza sin hacer las mediciones,
2) se pide a los alumnos que realicen sus predicciones en forma escrita e individual,
3) se propone luego que trabajen en grupos pequeños mostrándoles las predicciones más frecuentes que hacen los alumnos, para que entonces elaboren sus predicciones finales.
4) después, el instructor lleva a cabo la demostración con mediciones que va mostrando mediante gráficas

producidas por el software que se utiliza y que se proyectan mediante un cañón.

5) posteriormente los alumnos describen y analizan los resultados observados y,

6) finalmente, discuten con el instructor otras situaciones físicas parecidas sobre las que cabe aplicar la misma clase de ideas y conceptos.

Esta experiencia la hemos llevado a cabo en temas de MAGNETISMO con muy buenos resultados en la motivación y formación de conceptos de nuestros alumnos.

Para evaluar la estrategia se realizó un seguimiento mediante evaluaciones pre y post-instrucción dando los resultados antes mencionados.

Actividades del Profesor Comunes a Todas las Experiencias

Los profesores actúan como facilitadores del aprendizaje y tienen tareas como:

- Analizar qué tema de la currícula necesita de un tratamiento distintivo por las características del mismo, en función de la dificultad o no de su aprendizaje.
- Seleccionar la estrategia a utilizar.
- Seleccionar la simulación ó la práctica de laboratorio que mejor se adecue al problema de aprendizaje detectado.
- Estructurar las actividades de los alumnos:

- ✓ Propiciando la formación de grupos de trabajo.
- ✓ Estableciendo el objetivo de aprendizaje.
- ✓ Proporcionando la información previa para iniciar la actividad; así como las reglas o información adicional cuando se requiera.
- ✓ Informando los criterios de evaluación.

➢ Realizar la evaluación de la estrategia.

Evaluación de las Actividades

Se pudo observar una respuesta muy favorable por parte de los alumnos, que trabajaron con mayor motivación que en otras actividades. El diseño didáctico se analizó en primer lugar desde un punto de vista cualitativo, a través de la observación de las clases, del modo en que trabajaron los alumnos y de sus expresiones orales.

Se obtuvo una visión favorable, en cuanto a la motivación y a la dinámica de equipo. Además emitieron opiniones alentadoras sobre la modalidad y solicitaron copia de los programas para instalar en su computadora personal.

En general, los alumnos afirman que su mayor motivación ha sido la toma de conciencia de su utilidad para la comprensión de contenidos clasificados por ellos como difíciles, siendo fundamental a ese objetivo, la realización de las actividades con distinto nivel de complejidad, orientadas a desarrollar procesos de búsqueda de conocimientos que requieren no sólo del uso de la simulación sino el de otros recursos, lecturas y análisis en forma complementaria.

Como observación final los docentes que participamos en este proyecto consideramos que como "casi todo en esta vida, la clave parece encontrarse en la organización, planificación y preparación de la lección a impartir, delimitando los tiempos dedicados a la exposición para fomentar la participación activa del alumnado."

Bibliografia

Ausubel, D., NovaK L. y Hanesian H., (1996). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Benegas J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Fìsica Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 1, No. 1, Sept.

Benegas J., Villegas M., Macías A., Nappa N. Pandiella S., Seballos S., Ahumada W. Espejo R., Hidalgo M.A., Otero J., P.Landazábal M.C., Ruiz H. Slisko J., Alarcón H. y Zavala G. (2006) *Identifying Relevant Prior Knowledge and Skills in Introductory College Physics Courses*, Reunión GIREP 2006, Amsterdam, Holanda.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias, *Enseñanza de las Ciencias* 6, 109-120.

Esquembre, Francisco y otros (2004). *Fislets: Enseñanza de La Fisica com material interactivo.* Madrid: Pearson. Prentice Hall

Heller P. y Heller K. (1999). *Cooperative Group Problem Solving in Physics*, Illinois: University of Minnesota,.

Stone W, & Martha, C. (1999). *La Enseñanza para la Comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Argentina: Paidós.

McDermott, L.C. (1993). Guest comment: How we teach and how students learn: A mismatch, *Am. J. of Phys*. 61, 295-298. En español en McDermott, L. C., Cómo enseñamos y cómo aprenden los estudiantes. ¿Un desajuste?, (Primera parte). *Revista de Enseñanza de la Física* 6, 19-32.

McDermott L.C., Shaffer P.S. and Rosenquist, M. (1996). *Physics by Inquire,* New York: John Wiley and Sons,

McDermott L.C., Shaffer P.S. (2001). *Tutoriales para Física Introductoria*, Buenos Aires: Prentice Hall.

Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional, *Enseñanza de las Ciencias* 17, 513-520.

Sokoloff, D. R. and Thornton, R. K.. (1997). Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment. *The Physics Teacher* 35, 340.

Wainmaier, C. y Plastino, A. (1995). En búsqueda de una enseñanza que propicie aprendizajes significativos. *Memorias Novena Reunión Nacional de Educación en Física (REF IX)*. 93-101.

Relatividad Clásica: Dificultades en el Estudio del Movimiento II

Addad, Ricardo; Llonch, Elena; Rosolio, Alejandra; Sánchez, Patricia.

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

addad@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Dada la naturaleza relativa del movimiento, el sistema de referencia se concibe como uno de los conceptos básicos a enseñar en los cursos introductorios de mecánica, ya que describe el comportamiento de sistemas físicos considerando la perspectiva de diferentes observadores.

En este trabajo se propone una estrategia didáctica basada en la solución de problemas sobre los conceptos de momento lineal, energía y trabajo desde la perspectiva de sistemas de referencia diferentes, confrontando ideas primarias y resultados. La detección de contradicciones en la equivalencia de los observadores, permite resolver algunas dificultades de comprensión encontradas, valorando la importancia del concepto

de sistema cerrado para la conservación del momento y de la energía.

Palabras Clave: Relatividad clásica; Momento lineal; Trabajo-energía.

Introducción

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo surge de resultados de una investigación marco general (Addad, Llonch, D´Amico y Rosolio, 2011; Addad, 2012) cuyo objetivo es explorar la comprensión de los estudiantes de algunos conceptos básicos sobre la relatividad clásica. Esta investigación se desarrolla con un enfoque constructivista con énfasis en el aprendizaje significativo (Ausubel, 2002), presentando en esta oportunidad una estrategia didáctica para favorecer dicho aprendizaje a través de la resolución de problemas. En esta actividad los estudiantes generan nuevo conocimiento por interacción de la información presente en el enunciado y los conceptos y relaciones recuperados de su propia estructura conceptual (García Madruga, Moreno y Gutiérrez, 2002).

En el contexto de la Mecánica Clásica, el concepto de sistema de referencia (SR) es fundamental en el modelo situacional inicial que el estudiante debe construir para encarar la resolución de problemas. Por otra parte, la capacidad de analizar el mismo fenómeno desde distintos SR da cuenta de una estructura conceptual físicamente adecuada, alcanzada a través de un aprendizaje significativo, favoreciendo el pensamiento crítico y el control de los procesos físicos, mediante el cálculo de variables que regulan a los mismos. Los problemas diseñados

promueven diversas operaciones del pensamiento, como la observación, comparación, análisis, síntesis y abstracción.

Este trabajo se centra en la solución de problemas ejemplo sobre los conceptos de momento lineal (ML), energía (E) y trabajo (T) (leyes de conservación y relaciones) en un curso introductorio universitario de mecánica desde la perspectiva de SR diferentes, confrontando ideas primarias y resultados, considerando criterios de validez y extensión a sistemas de referencia no inerciales.

Referenciales Teoricos

Mecánica clásica. Movimiento y sistemas de referencia. Sistemas de referencia inerciales.

Es de conocimiento general que los cursos introductorios de Física universitarios en su mayoría promueven ideas de múltiples representaciones de la realidad física en marcos o SR diferentes. Estas representaciones están relacionadas con principios de invariancia (efecto de alguna simetría presente en la naturaleza), los cuales son muy importantes al dar a menudo, una idea primaria sobre el funcionamiento del mundo natural.

Por lo tanto, el SR se concibe como uno de los conceptos básicos a enseñar en estos cursos que describen el comportamiento de sistemas físicos considerando la perspectiva de diferentes observadores. Dada la arbitrariedad de su elección, es necesaria una destreza adicional ya que un sistema apropiado no sólo puede proporcionar una mejor comprensión de la situación física, sino también poner de manifiesto contradicciones

permitiendo que los estudiantes analicen conceptualmente la situación y valoren la importancia del concepto aprendido.

Comúnmente, el estudio de la Mecánica comienza con cinemática, donde se establece la naturaleza relativa del movimiento y la adición de velocidades (transformación) en su forma Galileana. En este contexto el principio de relatividad es por lo general, y por primera vez, establecido en el curso. Este principio exige o demanda la equivalencia de todos los observadores en la aplicación de leyes físicas para describir fenómenos naturales. Cuando se presentan las leyes de Newton en la unidad de dinámica, sería natural aplicar los conocimientos aprendidos sobre relatividad y considerar SR diferentes.

Ahora bien, la idea primaria intuitiva de movimiento es el cambio de posición de un cuerpo. Los conceptos de reposo (no hay cambio de posición) y de movimiento son relativos al observador que los describe, por lo que se hace necesario indicar una referencia, establecer respecto de quién o de qué cambia la posición del cuerpo. De este modo, el movimiento de un cuerpo debe especificarse respecto a otros cuerpos que constituyen el llamado marco o SR (Creus, Massa y Cortés, 1998).

La descripción matemática del movimiento de los cuerpos implica conocer sus posiciones en cada instante de tiempo. Para esto es necesario adoptar un sistema de coordenadas (SCo), solidario al SR elegido, y disponer de un instrumento para medir longitudes (regla) y otro para medir los intervalos de tiempo (reloj). El origen del SCo se elige libremente y los ejes se orientan convenientemente.

Cuando se determina la posición de un cuerpo respecto de un SCo, solidario a un SR, se tiene ubicado el mismo. De acuerdo a esto, los SR están basados en los conceptos de espacio y tiempo de la Teoría marco (Addad, 2012). En los

cursos introductorios de Mecánica, el estudio del movimiento de los cuerpos se realiza en el marco de la Mecánica Clásica o Newtoniana, donde se consideran aproximaciones de las características reales del espacio y del tiempo.[23]

El espacio, y por lo tanto su métrica, presentan: independencia de los objetos en él inmersos (la métrica del espacio no se ve afectada por los mismos), constancia al transcurrir el tiempo, homogeneidad e isotropía.

El tiempo presenta a su vez: homogeneidad, anisotropía y simultaneidad absoluta en cuanto a fenómenos simultáneos.

Además, el tiempo se considera una variable de naturaleza distinta de las variables espaciales, y la métrica euclídea no se aplica a él.

El estudio del movimiento utiliza las razones de cambio como lenguaje matemático y las leyes de Newton relacionan las variables relevantes utilizadas para su descripción. De la primera Ley de Newton surge el concepto de partícula libre, entendiendo como tal aquella que no interactúa con otras (se encuentra aislada del resto del Universo), estando en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme (estado natural) y para "sacar" la partícula de tal estado se necesita que otra (u otras) interactúe con ella. La segunda Ley de Newton busca la causa para explicar cualquier salida del equilibrio, y cuantitativamente establece una proporcionalidad lineal entre la causa para cambiar el estado de movimiento traslacional (interacción física, fuerzas) y el efecto (cambio en la velocidad), e identifica la constante de proporcionalidad como la masa del objeto, le da carácter resistivo, es una medida de la oposición que presenta el objeto

[23] Se considera al espacio como euclidiano tridimensional, es decir, todas las mediciones y relaciones espaciales se efectúan sobre la base de la geometría de Euclides; y al tiempo como universal, es decir, que transcurre de la misma manera para todos los observadores, independientemente de su estado de movimiento.

bajo estudio al cambio de movimiento traslacional (Addad et al, 2011).

La validez de las Leyes de la Mecánica de Newton se restringe a los llamados Sistemas de Referencia Inerciales (SRI), cuya definición primaria se puede formular como aquellos desde los cuales se observa a la partícula libre con aceleración nula.

Determinado uno de ellos, serán pues SRI todos los que se encuentren en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme relativo al primero, desde todos ellos se cumplen las tres leyes de la Mecánica Clásica. A este hecho se le ha dado el nombre de Principio de Relatividad Clásico (PRC) o de Galileo (Martínez, 2005).

Frente al interrogante: ¿Existe la posibilidad de encontrar una partícula libre, es decir, alejada de toda influencia del resto del Universo?, o en forma equivalente, ¿podemos encontrar algún SRI en el Universo?, la respuesta desde la física es: *"La Naturaleza se presenta en SR que no son inerciales, donde para el estudio de sus manifestaciones se debe ser cauteloso e incluir en el mismo el uso de aproximaciones, que pueden ser de gran complejidad no sólo de naturaleza conceptual, sino también de naturaleza matemática* (Addad et al, 2011)*".*

Transformaciones-Sistemas de referencias no inerciales (SRnI).

A menudo, en la resolución de problemas de mecánica resulta cómodo seleccionar un observador solidario a un SRnI. Esta selección exige introducir en la descripción unas fuerzas ficticias desde el punto de vista de un observador inercial, a las que se denominan fuerzas de inercia (ficticias o seudofuerzas).

Estas seudofuerzas, que no tienen par de acción-reacción, se incluyen al tratar de buscar una causa a efectos que no se pueden asociar a una interacción newtoniana.[24] (Addad et al, 2011).

Las observaciones efectuadas desde un SRnI pueden ser "traducidas" y comparadas a aquellas realizadas desde un SRI. Esta traducción se realiza mediante las llamadas transformaciones.

Al considerar la cinemática relativa podemos clasificar a nuestras magnitudes relevantes (posición, velocidad y aceleración) como: *absolutas*, es decir referidas al SRI (considerado *fijo*); *relativas*, que serán aquellas que surgen de considerar al sistema móvil (SRI o SRnI) como fijo y *de arrastre*, es decir aquellas que se obtienen considerando el punto (origen del sistema móvil y el representativo del objeto estudiado considerado como partícula) rígidamente vinculado al sistema móvil (SRI o SRnI).

De esta forma, las transformaciones entre las observaciones realizadas en diferentes SRI (S y S´) son las correspondientes a las observaciones de Galileo:

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_A = \vec{v}' + \vec{v}_{0'} = \vec{v}' + \vec{V} \quad (1)$$

$$\vec{a} = \vec{a}' \quad (2)$$

Donde las magnitudes sin primar ($\vec{v}, \vec{a}$) y primadas ($\vec{v}', \vec{a}'$) se refieren a la velocidad y aceleración del objeto bajo estudio observadas en el mismo instante de tiempo desde dos

[24] De acuerdo al problema a estudiar y a la elección del sistema de referencia puede reducirse el problema dinámico a uno de estática más sencillo e incluso más intuitivo.

SRI diferentes[25]. La magnitud $\vec{v}_A \equiv \vec{v}_{0'} = \vec{V}$, es la llamada velocidad de arrastre[26] y la denotaremos con el símbolo $\vec{V}$.

Al considerar la transformación entre las observaciones realizadas en un SRI (S) y en un SRnI (S´), aumenta la complejidad matemática:

$$\vec{r} = \vec{r}_0{}' + \vec{r}' \quad (3)$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{v}_A = \vec{v}' + \left(\vec{v}_{0'} + \vec{\omega} \wedge \vec{r}'\right) \quad (4)$$

$$\vec{a} = \vec{a}' + \vec{a}_A + \vec{a}_{Co} + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \wedge \vec{r}' = \vec{a}' + \left(\vec{A} + \vec{\omega} \wedge \left(\vec{\omega} \wedge \vec{r}'\right)\right) + 2\vec{\omega} \wedge \vec{v}' + \frac{d\vec{\omega}}{dt} \wedge \vec{r}' \quad (5)$$

Donde las magnitudes sin primar ($\vec{r}, \vec{v}, \vec{a}$) y primadas ($\vec{r}', \vec{v}', \vec{a}'$) se refieren a la posición, velocidad y aceleración del objeto bajo estudio observadas en el mismo instante de tiempo por un observador en S y otro en S´. La magnitud $\vec{\omega}$ representa la velocidad angular de rotación del SRnI observada desde el SRI.

En este caso la velocidad de arrastre $\vec{v}_A = \vec{V} + \vec{\omega} \wedge \vec{r}'$, consta de dos términos (recordar que se considera al objeto bajo estudio rígidamente unido al sistema, en este caso no inercial), el primero es la velocidad del origen del SRnI respecto del SRI al considerar sólo su traslación (arrastre traslacional, no hay restricción en la característica de la trayectoria traslacional) y el segundo término es la velocidad que el objeto bajo estudio tendría si rotara rígidamente unido al SRnI (arrastre rotacional).

---

[25] Relativas a cada sistema, pero seleccionando un sistema como fijo uno de estos pares se convierten en absolutas según nuestra declaración.

[26] Es la velocidad que tendría el objeto bajo estudio respecto de uno de los SRI, considerado rígidamente unido al otro (coincide con velocidad del origen de un SRI respecto al otro, única diferencia posible puesto que los sistemas están en una traslación rectilínea uniforme relativa y existe restricción en la característica de las trayectoria).

El estudio dinámico entre estos sistemas es diferente, hay efectos (aceleraciones) que surgen sólo en virtud de que la observación se lleva a cabo desde un SRnI (acelerado traslacionalmente, rotacionalmente o en movimientos más complejos), y estos efectos no son producidos por interacciones, y por tanto no obedecen la tercera Ley de Newton al no tener pares de acción-reacción.

Como ejemplo, en la ecuación (5) se reconoce $\vec{a}_{CO} = 2\vec{\omega} \wedge \vec{v}'$, la *aceleración de Coriolis o complementaria.*

El observador físico en un SRnI determina para el objeto bajo estudio una aceleración $\vec{a}'$ con lo que interpretará que sobre la partícula actúa una resultante $\sum \vec{F}'$. Evidentemente estas causas para explicar la salida del equilibrio mecánico son distintas, ésta última contiene los términos:

$$\sum \vec{F}' = m\vec{a}' = m\vec{a} - m\vec{A} - m\vec{\omega} \wedge \left(\vec{\omega} \wedge \vec{r}'\right) - m\vec{a}_{Co} - m\left(\frac{d\omega}{dt} \wedge \vec{r}'\right). \quad (6)$$

Los efectos no causados por interacciones pueden asociarse a fuerzas ficticias o de inercia, y la regla general que beneficia la comprensión es el agregado de ellas una por una, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\vec{F}_{inercia} = -m\vec{a}_{inercia} \quad (7)$$

Por cada aceleración de inercia o ficticia, debe agregarse en el diagrama de cuerpo libre una fuerza asociada que tiene la misma proporcionalidad a su efecto, como el caso de interacciones newtonianas, de igual dirección pero de sentido contrario. Una vez construido el diagrama de cuerpo libre sólo falta plantear la ecuación dinámica que resuelva el problema:

$$\sum \vec{F} + \sum \vec{F}_{inercia} = m\vec{a}' \quad (8)$$

Momento lineal, trabajo y energía.

Las leyes de conservación tanto del ML, como de la E, así como también el teorema del trabajo y de la energía cinética (TTE_C), tienen una importancia central en el estudio del movimiento de un sistema físico.

Tanto el ML, como la energía cinética (E_c) (y por lo tanto energía mecánica (E_m)) de una partícula, son relativos al observador, esto es, cuando se habla de ellos se debe especificar el referencial en el cual se miden. Asimismo, el trabajo realizado por una fuerza sobre una partícula depende del SR en el que se describe el movimiento. No sucede así con el TTE_C que es invariante galileano, y puede ser extendida su validez a SRnI incluyendo a las fuerzas de inercia como externas en el cálculo de la fuerza neta que actúa sobre el sistema bajo estudio.

La ley de conservación del ML, establece que un sistema cerrado[27] (SC) no varía su ML al transcurrir el tiempo.

A diferencia de las leyes de Newton, la ley de conservación del ML es válida no sólo dentro del marco de la mecánica clásica y se constituye como una de las leyes fundamentales de la física, ya que está relacionada con una propiedad de simetría del espacio, su *homogeneidad*. En el marco de la mecánica clásica, la ley de conservación del ML se puede considerar como una consecuencia de las leyes de Newton. Para un SC mecánico la resultante de las fuerzas externas es nula, y por lo tanto

[27] Un sistema mecánico se llama *cerrado* o *aislado* si no interacciona con cuerpos externos. Ninguno de los cuerpos de un sistema cerrado sufre la acción de las fuerzas externas.

$$\sum \vec{F}^{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} = M\vec{a}_{cm} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{P} = \sum_q \vec{p}_q = \sum_q m_q \vec{v}_q = M\vec{v}_{cm} = ctte. \quad (9)$$

donde el subíndice *q* representa la partícula *q* que compone el sistema bajo estudio y el subíndice *cm* representa al centro de masa del sistema (punto representativo de su traslación).

Ahora bien, ¿qué sucede con la E_m? Las distintas formas de movimiento de la materia que se estudian en Física están asociadas a transformaciones de E, y ésta caracteriza cuantitativamente a un sistema con respecto a las posibles transformaciones del movimiento que pueden ocurrir en él. Estas transformaciones se producen en virtud de la interacción de las partes que conforman el sistema, tanto entre sí como con los cuerpos externos. Para analizar las formas cualitativamente distintas del movimiento y las interacciones que les corresponden, en física se introducen diversas formas de la E: mecánica, interna, electromagnética, etc.

Para describir el proceso de intercambio de energía entre los cuerpos que interaccionan se utiliza en mecánica el concepto de T de la fuerza aplicada al cuerpo que se considera.

En los llamados sistemas conservativos es válida la siguiente *ley de conservación de la E_m:* cuando un sistema conservativo evoluciona mecánicamente, su E_m no varía. En particular esta ley aplicada a los SC conservativos, se expresa como: *la energía mecánica de un SC no varía con el tiempo, si todas las fuerzas internas que actúan en dicho sistema son conservativas o no realizan trabajo.*

La ley de conservación de la E_m está relacionada con la *homogeneidad del tiempo.* Esta propiedad del tiempo se manifiesta en que las leyes del movimiento de un SC (o de un sistema que se encuentra en un campo exterior estacionario) no

dependen del punto (instante) de referencia del tiempo que se elija. La E_m de un SC *no conservativo* varía a expensas del trabajo que realizan todas las fuerzas internas no conservativas. La acción de estas fuerzas, por ejemplo las fuerzas de rozamiento, ocasiona una disminución paulatina de la E_m del SC. Este proceso se llama *disipación de la energía.* Respectivamente, un sistema cuya E_m disminuye continuamente con el tiempo, recibe el nombre de s*istema disipativo.* Durante la disipación de la E se produce la transformación de la E_m del sistema en otras formas de E. La transformación de la E_m se efectúa de acuerdo con una de las leyes generales de la naturaleza: la ley de conservación de la E. Según esta ley, la E puede pasar de una forma a otra y redistribuirse dentro del sistema, pero su cantidad total en un SC debe permanecer constante.

Dificultades de Comprensión Reconocidas

En el desarrollo de los cursos de Física Básica universitaria, se han observado y reconocido dificultades de comprensión en los alumnos, respecto a los temas de interés de este trabajo. Las dificultades más comunes se dan en las siguientes situaciones: a) al despreciar en colisiones cuerpos de gran masa ("o masa infinita") en el balance de E_m.[28]; b) al describir situaciones de la experiencia diaria (saltar, trepar, etc.) en términos del T normalmente definido y c) al considerar las fuerzas de inercia.

A modo de aclaración, bajo la restricción de considerar sólo SC, se demuestra directamente la invariancia (de observadores) en la conservación del ML en un sistema de

[28] En general, la interacción cambiará la E_c de todos los cuerpos interactuantes, sin importar su tamaño. Tomando en cuenta sólo esta consideración, la conservación de la E_m muestra ser un invariante de Galileo

partículas que colisionan elásticamente. Una invariancia como ésta respecto a la conservación de la E no es obvia. La E potencial no presenta problemas ya que es independiente de la velocidad, pero la conservación de E_c del sistema considerado, en observadores en movimiento relativo, será cierta sólo si el ML se conserva. Resulta esencial entonces que se considere un SC y este hecho requiere especial atención. En general, en este tipo de problemas, los objetos involucrados se tratan como masas puntuales indeformables y por lo tanto, en el balance de E no aparecen explícitamente términos que involucren trabajo.

En la situación más realista, las dificultades comienzan a aparecer cuando el principio de relatividad clásico es aplicado a balances de T y E, especialmente cuando son tratados cuerpos deformables en sistemas abiertos o uno de los objetos es extremadamente masivo.

Estrategia Didáctica

Para favorecer la compresión conceptual y procedimental de los estudiantes, se seleccionaron problemas que generan dificultades de comprensión y se modificaron para su trabajo en el aula, de modo que sean resueltos desde diferentes SR para promover la discusión y poner en evidencia concepciones erróneas. Un primer SR será elegido por consenso con los alumnos, y una vez realizada la resolución, se discutirán las ventajas y desventajas de tal sistema. A continuación se encarará la resolución desde otros SR, con el fin de confrontar resultados y comparar procedimientos. Esta metodología de trabajo tiene aspectos importantes a destacar: a- los estudiantes, al detectar contradicciones en la equivalencia de los observadores, analizarán conceptualmente la situación,

valorando la importancia del concepto de SC para la conservación del ML y de la E; b- la comparación entre clases de soluciones, y a su vez la ventaja de usar un SR adecuado; y c- una mejor comprensión del fenómeno cuando es estudiado por observadores diferentes, aproximándose a la realidad no inercial de la naturaleza.

A modo de ejemplo se muestran algunos problemas modificados para su trabajo en el aula.

(1) *Tratamiento de una interacción que involucra cuerpos de gran masa.* Una situación común, correspondiente a una colisión elástica de una pelota contra una pared (figura 1-a), es usualmente analizado desde un SR en el cual se observa a la pared en reposo. El ML de la pelota no se conserva, pero sí su E ya que aparentemente la colisión es elástica. La falta de simetría en la conservación entre la E y el ML podría constituirse en una dificultad de comprensión para un estudiante que inicia el estudio, esto sucede al considerar como sistema bajo estudio sólo a la pelota, ya que definido de este modo no es un SC y por lo tanto no se conserva ni el ML ni la E de ella. Sin embargo, mientras se podría despreciar la E transferida a la pared (colisión elástica) no ocurría lo mismo con el ML transferido. De hecho, al considerar el sistema pelota-pared, uno podría decir que el ML fue distribuido por la colisión, pero la E no: ésta "permanece en la pelota". Pero, ¿por qué?: aquí la presencia de un cuerpo de gran masa como la pared fija a Tierra juega un rol importante.

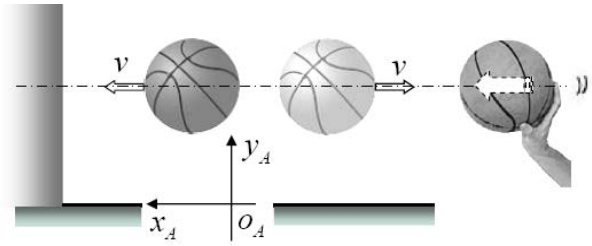


Figura 1-a

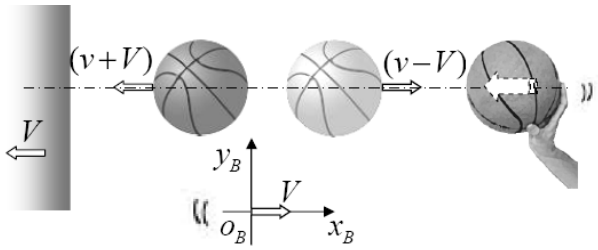


Figura 1-b

En el problema propuesto, se analiza la situación de dos SRI distintos, uno fijo a Tierra[29] donde se observa a la pared en reposo relativo (figura 1-a: "Observador A", con un SCo solidario (o_A, x_A, y_A)) y otro (figura 1-b: "Observador B", con un SCo solidario (o_B, x_B, y_B) en movimiento relativo a Tierra con velocidad constante $\vec{V}$. Analizando la colisión desde el observador A, sería posible despreciar la pared en la conservación de la E intencionalmente o inconscientemente. En las observaciones según B, la pared no puede ser

[29] Se desprecian los efectos de naturaleza no inercial del marco o SR Tierra.

despreciada: las contribuciones tanto de la pelota como de la pared son igualmente importantes para equilibrar tanto el ML como la E.

(2) *Análisis de una explosión.* Un cañón, fijo a la Tierra, dispara a un proyectil con velocidad $\vec{v}$ (colisión inelástica invertida temporalmente). En este problema, se introduce la discusión la energía interna (E_{int}) en la conservación de E (extensión natural de la 1° ley de la Termodinámica).

Un observador A, equivalente al definido en el ejemplo (1), explica el balance de E utilizando el cambio de E_{int} de los explosivos convertidos en la E_c de la pelota *m* (Figura 2-a). La E_c asociada al cañón es despreciada en la ecuación anterior, aparentemente sobre la base de considerar como una gran masa al sistema: cañon-Tierra. Para el observador A no es crucial ser consciente de la interacción entre el cañón y la pelota, pero si lo será para un observador arbitrario B inercial, que se mueve en velocidad $\vec{V}$ respecto de la Tierra (Figura 2-b). Despreciando el cañón-Tierra, el observador B, cometería un error en el balance de E ya que al considerar la transformación de velocidades respecto a A, las ecuaciones no pueden ser satisfechas por el mismo cambio de E_{int}. Ésto ya presenta una paradoja: el cambio de la E_{int} debe ser invariante, (Mallinckrodt y Leff, 1992) o, en otras palabras, la cantidad de explosivos usados no puede ser mayor para un observador que se mueve respecto del cañón. La paradoja es resuelta cuando desechamos la consideración tácita de que el cambio de la E_c del sistema cañón-Tierra es despreciable.

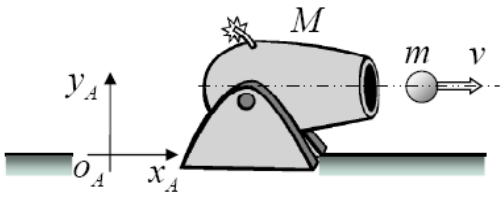


Figura 2-a

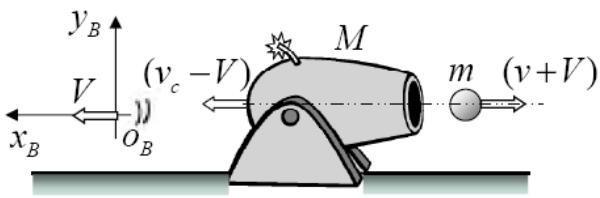


Figura 2-b

Estos dos primeros ilustran la misma idea: despreciar objetos intervinientes de gran masa en el balance de la E_m puede falsear la interacción y confundir conceptualmente al estudiante. En general, la interacción cambiará la E_c de todos los cuerpos que interaccionan, independientemente de su "tamaño" (masa). Tomando en cuenta sólo esta consideración, la conservación de la E es un invariante de Galileo.

(3) *Interacciones extendidas espacial-temporalmente.* Una situación que suele aparecer en los cursos corresponde a una pelota en una posición inicial *h*, que desliza hacia

abajo por un camino completamente liso, como puede ser la ladera de una montaña cubierta de hielo (figuras 3-a y 3-b). En esta situación se les pide a los estudiantes obtener la velocidad final de la pelota. Generalmente tales procesos se analizan exclusivamente desde un SRI fijo a Tierra (Observador A, Figura 3-a) aunque cualquier SRI sería igualmente válido según el principio de Galileo (Observador B, equivalente al definido en el ejemplo (1), Figura 3-b).

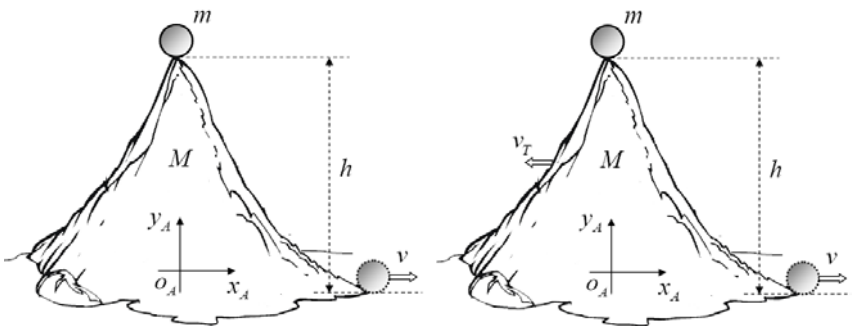


Figura 3-a

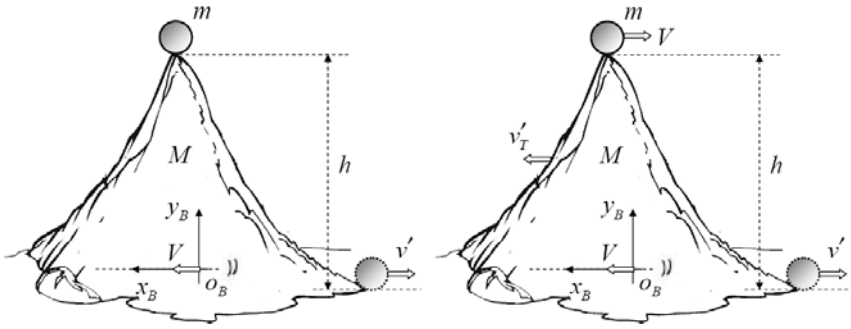


Figura 3-b

Un observador solidario a un SR móvil, al despreciar el hecho que la pelota sola no constituye un SC físico, podría encontrar resultados erróneos como, por ejemplo, que su balance de energía sólo se cumple con la velocidad $\vec{V} = \vec{0}$, lo cual implicaría que el SRI en reposo relativo a la montaña es único, en un acuerdo perfecto con la aseveración de Aristóteles.

Desde cualquier SRI, el tratamiento correcto para la conservación de E debe considerar el SC. Sólo cuando se considera esto, se cumple el principio de Galileo. Este ejemplo también revela la naturaleza interactiva de las fuerzas. La fuerza elástica actúa *igualmente* en pares que interactúan, pelota y pista (montaña-Tierra), cambiando la E_c de ambos. Usando un SRI arbitrario este hecho puede hacerse más explícito, mejorando la comprensión en el aula, teniendo en cuenta que el T realizado durante una interacción debe ser incluido en el balance de la energía.

Comentarios Finales

Aunque en general las leyes de conservación de la E y el ML se suelen presentar sólo en un SRI en reposo respecto a Tierra, es importante que durante el curso de física introductoria se muestre su validez en cualquier SRI (invariancia de Galileo). Puede ser útil aplicar las leyes de conservación en más de un SR, a fin de destacar que sólo son precisas en los SC. Lo expresado tiene particular importancia si uno de los cuerpos que interactúan es de gran masa, de modo que su participación en el balance de E no puede ser despreciada. En este sentido, la

noción de "gran masa o masa infinita" podría constituirse en una idea errónea de dependencia del SR elegido en la resolución.

Cabe aclarar que la estrategia didáctica también incluye el análisis de las dificultades de comprensión que pueden aparecer al explicar algunas experiencias diarias (tales como saltar, escalar, acelerar, etc.) que no pueden ser descritas en el nivel *macroscópico* en términos del T normalmente definido (Erlichson, 1977). En una tentativa de solucionar esta dificultad, se introdujo el nuevo concepto de "seudotrabajo", el cual es apropiado para describir sistemas *abiertos* y objetos deformables (Penchina, 1978). Nuestro estudio se centra en descripciones de T y de la E de SC y sugiere una interpretación física alternativa.

Bibliografia

Addad, R., Llonch, E., D´Amico, H. y Rosolio, A. (2011). Relatividad Clásica: dificultades en el estudio del movimiento. *Memorias XVII Reunión Nacional de Educación en la Física*, Villa Giardino, Argentina.

Addad, R. (2012). Relatividad Clásica: dificultades de compresión en el estudio del movimiento. *Memorias XI Simposio de Investigación en Educación en Física*, Esquel, Chubut, Argentina.

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento,* Paidós, Barcelona, España.

Creus, E., Massa, M., Cortés, A. (1998). *Mecánica*, Rosario: UNR Editora. Argentina.

García Madruga, J. A., Moreno, S. y Gutiérrez, F. (2002). El desarrollo de la solución de problemas y el razonamiento, en F. Gutiérrez Martínez, J. García Madruga y N. Carriedo (Eds.). *Psicología Evolutiva II. Desarrollo cognitivo y lingüístico Vol. 2 (pp. 167-199).* Madrid: UNED.

Martínez A. (2005). Conventions and inertial reference frames, *American Journal of Physics*, *73 (5), pp.452-454.*

Mallinckrodt, A. J. and H. S. Leff, H. S. (1992). All about Work, *American Journal of Physics, 60*, *pp.356–365*.

H. Erlichson, H. (1977). Work and kinetic energy on an automobile coming to a stop, *American Journal of Physics, 45, pp. 769.*

Penchina, C. M. (1978). Pseudowork-energy principle, *American Journal of Physics, 46, pp. 295–296.*

Taller de Capacitación para Docentes del Área Ingreso a la Universidad

Oliva, Alicia Delia; Concari, Sonia Beatriz

Facultad Regional Rosario. Universidad Tecnológica Nacional
E. Zeballos 1341 (2000) Rosario. Argentina
oliva.alicia@gmail.com

Resumen

Los docentes a cargo de los alumnos ingresantes a la Universidad se enfrentan a jóvenes con características particulares. En la Facultad Regional Rosario (FRRo) de la UTN, dichos docentes provienen de diferentes formaciones disciplinares tanto como de experiencias en la docencia diversas, resultando por ello necesario, generar consenso en cuanto a la estrategia de trabajo y al enfoque pedagógico para atender a los alumnos ingresantes. En este trabajo se describe el desarrollo de un taller destinado a docentes que dictarían seminarios para ingresantes, con el objetivo de experimentar, analizar y poner en común, estrategias, métodos y actividades. El taller fue diseñado a partir del conocimiento de las características de los docentes y

de los estudiantes -relevadas a través de un test de aptitudes-, que consistió en encuentros y en la realización de experimentos, los cuales fueron posteriormente replicados con sus alumnos en los seminarios.

Palabras Clave: Capacitación docente; Ingreso universitario; Estrategias didácticas; Problemas experimentales.

Fundamentación Didáctica

Con respecto a la problemática del ingreso a la universidad, como afirma Silva Laya (2011): "*Dos problemas deben atenderse en esta etapa: el aislamiento de los jóvenes debido a la dificultad para establecer relaciones sociales y la incongruencia entre sus ideas previas y lo que la vida universitaria realmente es*", destacando que cualquier esfuerzo institucional deberá comenzar por el conocimiento profundo del estudiantado: sus perfiles, necesidades, intereses, dificultades y proyectos de vida. Ello requiere investigación y el desarrollo de instrumentos y sistemas de seguimiento que faciliten el acceso a la información relevante.

En el campo de las políticas generales, dos acciones son complementarias: *a)* subrayar el papel de las habilidades de aprendizaje y, también, la importancia de su desarrollo como objetivo prioritario de enseñanza, y *b)* en ese contexto, jerarquizar el montaje de actividades de apoyo académico, que pueden desenvolverse en las asignaturas, así como en el ámbito institucional, y articuladas o no con iniciativas de orientación (Ezcurra, 2004).

Las primeras experiencias son relevantes para que el estudiante resuelva la transición del secundario a la vida universitaria. De allí la necesidad de programas de intervención preventivos y de orientación para los ingresantes a la universidad (Velazco Suárez, 2003). Pero como advierte Fernández (2011), en la Universidad hay unas modalidades de prácticas que son las apropiadas, las adecuadas al contexto universitario; pero éstas no siempre son prácticas apropiadas -en el sentido de hechas suyas, de propias- por y de los estudiantes.

En virtud de procurar la permanencia exitosa de los alumnos en la Universidad, es fundamental conocer el nivel de aptitudes con las que ingresan y tomar conciencia de sus propias características para trabajar con ellos, potenciando sus destrezas y promoviendo que adquirieran otras significativas.

Como ocurre en todos los países, han habido cambios en el escenario institucional universitario y el primero de ellos son los mismos estudiantes, quienes obviamente no son como los de antes. También se han producido cambios muy importantes en el ámbito del propio conocimiento y la preparación de los futuros profesionales. Y desde luego, hay cambios en el papel a desempeñar por el profesor, quien debe fortalecer la conexión de los procesos de enseñanza y los procesos de aprendizaje de manera tal que esos procesos se vinculen estrechamente (Miguel Angel Zabalza, 2005).

Esto requiere de docentes motivados y preparados para esa tarea. En la FRRo, los docentes que tienen a su cargo el distado de seminarios para alumnos ingresantes son en su mayoría jóvenes ingenieros con experiencia docente de apenas unos años y escasa o nula formación pedagógica. En este contexto, la capacitación permanente es una necesidad a la que la institución debe atender, como un medio para promover la reflexión sobre la *praxis*, promover actualizaciones y nuevos

aprendizajes, pero también para apoyar al docente, en la experiencia de incorporar recursos y estrategias didácticas al trabajo en el aula.

Contexto y Motivaciones

Durante varios años y cada vez con más persistencia, se ha ido advirtiendo que la población de postulantes para ingresar como alumnos a las carreras de Ingeniería ha ido cambiando el perfil que los caracteriza. El fácil acceso a las tecnologías, redes sociales y modos de información globalizados, junto a realidades socio culturales diversas han producido este nuevo estudiante. ¿Cómo encaminar la tarea docente en la dirección de comenzar a motivar el interés por el conocimiento científico en estos estudiantes?

En la UTN se ha dispuesto desde 1994, el desarrollo del denominado Seminario Universitario (SU), destinado a alumnos ingresantes, que se desarrolla desde los últimos meses del año previo al ingreso y hasta el comienzo del ciclo lectivo correspondiente. El mismo consiste en encuentros presenciales o a distancia, con una carga horaria total de 32 hs. Los objetivos generales del SU son que los alumnos logren: Insertarse adecuadamente en el medio universitario, que conozcan la realidad histórica y actual de la UTN, que reflexionen acerca de la elección vocacional que están realizando, que conozcan el rol del ingeniero de la especialidad y sus ámbitos de trabajo, que desarrollen habilidades de estudio y trabajo intelectual, que conozcan la propuesta curricular en la que deberán insertarse y que cumplimenten las pruebas de prerrequisitos para iniciar las actividades curriculares.

A los efectos de generar condiciones favorables para un ingreso apropiado, las autoridades institucionales de la FRRo encararon diversas acciones; entre ellas, realizar un diagnóstico de ciertas características de los postulantes a ingresar y de los docentes que estarían a cargo de los mismos, y organizar y desarrollar un Taller de Capacitación preparatorio para dichos docentes, diseñado a partir del análisis de los resultados del diagnóstico.

Diagnóstico realizado

Los docentes afectados al dictado del SU provienen de diferentes formaciones disciplinares y de variadas experiencias en la docencia.

Para el relevamiento de las aptitudes de los alumnos ingresantes al ciclo lectivo 2013 se aplicó el Test de aptitudes diferenciales, Forma T de Benneth, Seashore y Wesman (1992). El mismo posee normas argentinas (Pichot, 2002) y es de uso común en otras universidades de diversos países del mundo.

En un total de 121 mujeres y 347 varones, se evaluaron competencias de Razonamiento verbal (RV), Cálculo (C), Razonamiento abstracto (RA), Razonamiento espacial (RE) y Razonamiento Mecánico (RM).

En las Figuras 1 y 2, se presenta el rendimiento comparativo del Test de Aptitudes, por carrera. En ellas se observa que las alumnas mujeres evidencian una leve ventaja respecto de los varones en cuanto al desarrollo de las competencias evaluadas, pero éstas reproducen el mismo patrón: las competencias desarrolladas en menor grado son la del cálculo (C) y el Razonamiento verbal (RV), mientras que las más

desarrolladas son el Razonamiento abstracto (RA) y el Razonamiento espacial (RE).

Aun así, el 50% de los estudiantes varones no ha desarrollado esas capacidades al ingresar a la universidad. El patrón se reproduce también en todas las carreras, con algunas diferencias entre los estudiantes varones y mujeres de las carreras de IM e ISI. Estos resultados ponen en evidencia deficiencias de los alumnos al iniciar su trayecto universitario.

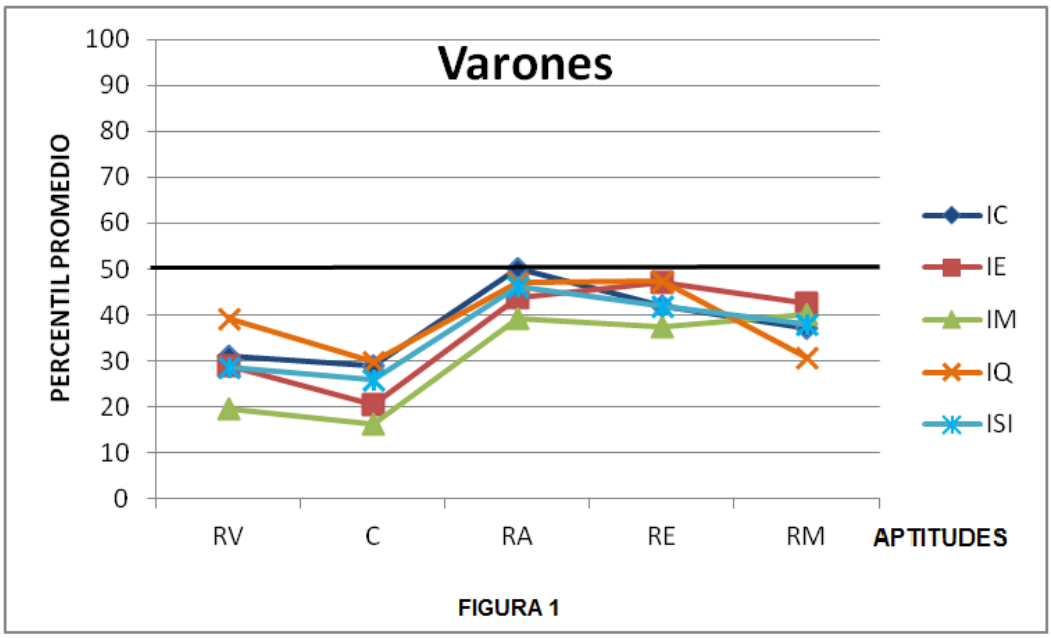


Figura 1: Aptitudes en varones evaluadas por el Test y por carrera.

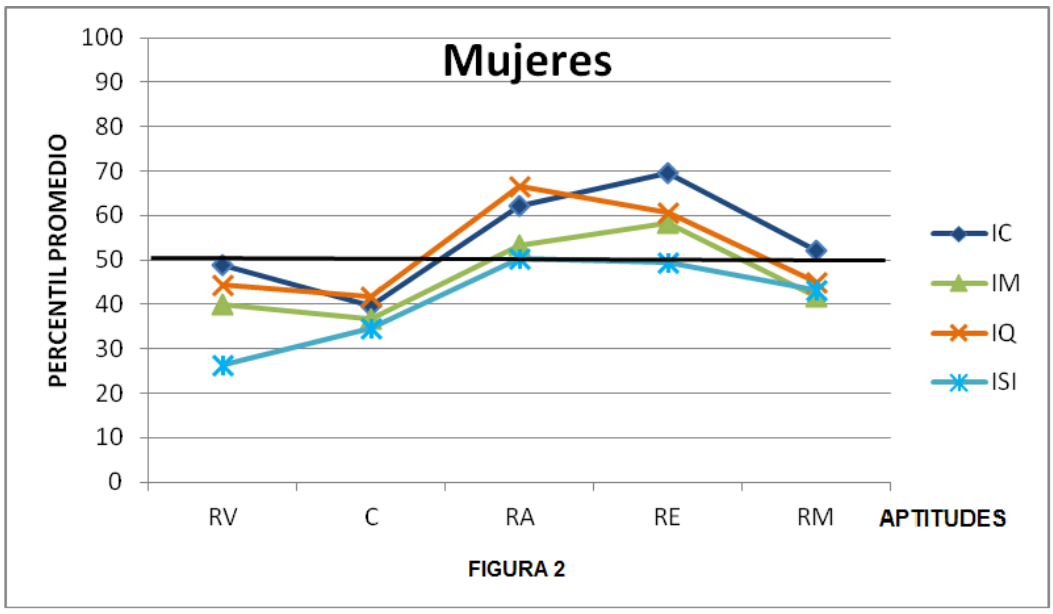


Figura 2: Aptitudes en mujeres evaluadas por el Test y por carrera.

El Taller de Capacitación

Una vez detectadas las dificultades en los alumnos, se diseñó el Taller de Capacitación con el objetivo de que los docentes a cargo del SU pudiesen atender a algunas de esas dificultades. Para ello, a fines del año 2012, los docentes debieron transitar un camino similar al que posteriormente realizarían sus alumnos. Entre las estrategias propuestas para trabajar las dificultades en Razonamiento Verbal (RV) y en Razonamiento Abstracto (RA), se diseñaron actividades en el marco de experimentos sencillos. Las dificultades detectadas en el Cálculo (C) fueron trabajadas en un Módulo específico de Matemática, dentro del Taller, que no se describe en esta presentación.

En general, la secuencia de realización del experimento consistió en leer cuidadosamente título, objetivo, materiales y procedimiento para realizar el mismo, formular una hipótesis

acerca de lo que se piensa que ocurrirá, realizar la experiencia en forma grupal y registrar lo observado. Posteriormente comunicar individualmente por escrito, las hipótesis, las observaciones y las explicaciones posibles, a través de un informe.

La interpretación de las consignas requiere de habilidades de lecto-comprensión, y la comunicación escrita exige la organización de las ideas, promoviéndose con estas actividades, el desarrollo del RV.

Por otra parte, la formulación de hipótesis y de explicaciones de los fenómenos observados requiere de un esfuerzo de abstracción y razonamiento favoreciendo de este modo, el desarrollo del RA.

El taller incluyó tres módulos.

Módulo 1 (un encuentro): Se trató el tema de conocer las características de los ingresantes, las necesidades y posibilidades de acercamiento a los mismos en función de reconocer el perfil que los caracteriza.

Módulo 2 (dos encuentros): Se abordaron estrategias para estimular el aprendizaje por descubrimiento, con actividades de lecto-compresión y realización de problemas experimentales, de acuerdo a pautas propuestas por Concari (2009).

Módulo 3 (cuatro encuentros): Se trataron temas de Didáctica de la matemática, Evaluación y uso de la plataforma Moodle.

Los objetivos generales propuestos para el Módulo 2 (¿qué queremos conseguir con los alumnos?), fueron los siguientes: Poner en marcha procesos de reflexión. Consensuar criterios de análisis de problemas. Construir conocimientos a partir de un problema real. Desarrollar la habilidad de realizar un

procedimiento planificado. Observar y registrar datos. Reflexionar sobre la necesidad de búsqueda y confrontación de la información. Elaborar conclusiones que respondan al objetivo planteado. Comunicar procesos y resultados en un informe escrito.

¿Qué hicimos en el taller?

Intentamos unificar criterios referidos a la realización de problemas experimentales. Reflexionamos sobre la propia práctica. Consensuamos acerca de qué es un problema. Reconocimos diferentes tipos de problemas. Identificamos elementos que un alumno debería manejar para resolver problemas. Reconocimos el material a utilizar con los alumnos en el taller. Presentamos los experimentos. Discutimos los objetivos que se pretenden lograr con los experimentos. Diseñamos/seleccionamos estrategias didácticas para que el alumno identifique, tome conciencia, reconozca y pueda resolver problemas en Ciencias. Presentamos opciones de la secuencia del desarrollo de los trabajos en relación a los objetivos generales del módulo. Debatimos, analizamos y seleccionamos la secuencia más apropiada. Realizamos los experimentos y los informes que también presentarán los alumnos. Acordamos pautas generales sobre los informes.

A continuación se reproducen las consignas dadas (en tamaño de letra menor) y las actividades realizadas.

Actividad 1

1. Mencione las estrategias que usted emplea para enseñar en el aula, y las razones por las que cree que lo hace.
2. Liste algunas actividades que les propone a sus alumnos y fundamente. ¿Qué recursos didácticos utiliza habitualmente en sus clases?
3. ¿Utiliza la realización de experimentos sencillos como actividad de aprendizaje, como estrategia de enseñanza, como estrategia de aprendizaje? De ejemplos de ello.

Analizaremos juntos a continuación, con más profundidad, algunas posibles razones por las que enseñamos de la manera en que lo hacemos.

¿Por qué todos recurrimos en algún momento de la clase, o en toda la clase, a la explicación utilizando tiza y pizarrón?

Se espera que surjan respuestas que se relacionan con nuestras propias experiencias de aprendizaje y también con razones didáctico-pedagógicas, pero también con la tradición que tiene un gran peso.

Actividad 2

1. ¿Podría encontrar diferencia entre el significado de EJERCICIO y el de PROBLEMA? Escriba lo que cree al respecto.
2. ¿Podría reconocer diferentes tipos de problemas y dar ejemplos?

3. ¿Cuáles serían, a su criterio, los posibles objetivos de aprendizaje que podrían alcanzarse a través de la modalidad de resolución de Problema Experimental elegida? Señálelos.

Con estas actividades surge el interés por aprender como resultado de la propia actividad educativa del alumno, utilizando para ello, una estrategia de enseñanza que promueva el desarrollo de actitudes personales tales como responsabilidad, autoconfianza, reflexión, cooperación y de capacidades esenciales tales como el razonamiento lógico, el análisis crítico, y las capacidades de decisión y de comunicación (Concari, 1991).

Actividad 3 *(Realización de los Experimentos)*

Antes de realizar el experimento y luego de leer cuidadosamente título, objetivo, materiales y procedimiento para realizar el mismo, realiza una hipótesis de lo que crees que ocurrirá y que por lo tanto deberías observar. Anótalo. Describe esta hipótesis en tu informe.

Realiza el experimento trabajando en grupos, siguiendo los pasos planteados y repítelo todas las veces que creas necesario.

Anota todas las observaciones realizadas, en forma ordenada.

Discute con tu grupo de trabajo, para elaborar una conclusión del equipo.

Escribe cuidadosamente, teniendo en cuenta todos los detalles que consideres relevantes, las conclusiones que han podido alcanzar.

Realiza un informe individual que incluya: título,

objetivo, materiales utilizados, hipótesis, procedimiento, observaciones, conclusiones.

Título: ¿de qué se trata este trabajo?

Objetivo: ¿para qué lo hago?

Materiales utilizados: ¿con qué elementos, instrumentos o recursos lo voy a poder hacer?

Hipótesis: ¿qué creo yo que ocurrirá?

Procedimiento: ¿cómo lo hice?

Observaciones: ¿qué observé?

Conclusiones: ¿cómo justifico o explico la consigna impuesta en el objetivo?

Para todos los experimentos planteados, se propone la secuencia de pasos anterior, como procedimiento general, con la finalidad de ordenar el trabajo y satisfacer las expectativas de logro de los objetivos para los que han sido diseñadas las experiencias.

En lo que sigue, se presentan algunas de las experiencias propuestas.

Experimento 1: Los gases pueden comprimirse

Objetivos: Reconocer que el aire está constituido por sustancias gaseosas. Elaborar una explicación que responda a la pregunta ¿Por qué pueden comprimirse los gases?

Materiales: jeringa (sin aguja). Aire.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Carga la jeringa con aire y controla la medida. 2. Tapa el extremo abierto de la jeringa (donde se colocaría la aguja para dar una inyección) con el dedo pulgar de tu mano

izquierda y presiona el émbolo con el pulgar de tu mano derecha, mientras la sostienes (si eres zurdo la operación se realiza más cómodamente con las manos contrarias). 3. Observa, mientras mantienes presionados los dos extremos, hasta qué marca llega el émbolo. 4. Libera el émbolo, sin soltar el extremo pequeño, y vuelve a observar adónde se establece la nueva marca. 5. Anota tus observaciones.

Experimento 2: Los líquidos miscibles (que pueden mezclarse)

Objetivo: Verificar si la suma aritmética de los volúmenes de dos líquidos diferentes y que pueden mezclarse, coincide con la lectura luego de mezclarlos. Elaborar una explicación de lo observado.

Materiales: dos probetas calibradas, agua, alcohol etílico.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Coloca 100 ml de agua en una probeta (observa con tu vista paralela al nivel del líquido o sea a la parte inferior del menisco que forma). Puede realizarse con dos medidores de cocina iguales, en la actividad a distancia. 2. Coloca en la otra probeta, 100 ml de alcohol etílico (el que compras en la farmacia para uso medicinal). 3. Procede a volcar el contenido de una probeta dentro de la otra. 4. Toca el exterior de la probeta que contiene la mezcla. Mira en su interior. Lee cuidadosamente el nivel final. 5. Anota tus observaciones.

Experimento 3: ¿Los alfileres no ocupan lugar?

Objetivos: Verificar el volumen de una cantidad

conocida de alfileres de acero. Elaborar una explicación sobre la experiencia planteada y observada respondiendo a la pregunta ¿Qué ocurrió con las alfileres, a veces ocupan un lugar en el espacio y otra veces no?

Materiales: probeta pequeña, hilo de coser, dos cajas de alfileres, vaso pequeño, agua.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Coloca en la probeta una cantidad de agua conocida y pequeña (por ej. 20 ml). 2. Ata a los alfileres en grupos grandes (de a 100 o más) con el hilo de coser (que aportará un volumen despreciable). 3. Arroja los paquetitos juntos dentro de la probeta y lee el volumen final que marca. 4. Retira los alfileres del agua y desátalas. 5. Llena al vaso con agua y hasta el borde (verifica que no entre más agua dejando escurrir). 6. Comienza a colocar dentro del vaso con agua, a los alfileres, de a uno o en grupos pequeños y de punta (como pinchando el agua). 7. Cuenta cuántos alfileres entran antes de que el agua comience a derramarse. 8. Anota atentamente lo observado.

Experimento 4: ¿Las velas, arden todas igual?

Objetivo: Dar una explicación de la secuencia observada en la combustión de pabilo de las velas.

Materiales: frasco grande de vidrio y con tapa, tres velas de diferentes alturas, aire, encendedor.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Adhiere en la parte interior de la tapa, las tres velas en orden de altura decreciente (o creciente). 2. Enciéndelas. 3. Tapa lo mejor posible con el frasco boca abajo. 4. Observa y registra lo observado.

Experimento 5: ¿Por qué se movió la moneda?

Objetivo: Explicar por qué la moneda que no fue golpeada, puede moverse.

Materiales: tres monedas iguales, manos.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Coloca alineadas y en contacto a las tres monedas. 2. Sostiene con tu dedo índice a la moneda que se encuentre en el medio. 3. Separa la moneda de la derecha con tu dedo índice y regrésala golpeando a la del medio, siempre deslizándola sobre la superficie de la mesa. 4. Observa qué ocurre y regístralo.

Experimento 6: ¿Por qué se movió el otro péndulo?

Objetivo: dar explicación de los movimientos observados.

Materiales: dos plomadas de pesca iguales, hilo, soportes, regla.

Procedimiento para realizar el experimento:

1. Corta aproximadamente 1,20 m de hilo y sujétalo fuertemente a los soportes, dejando una luz de unos 90 cm entre ambos. 2. A 30 cm de cada soporte ata un hilo de unos 50 cm de longitud que sostenga a cada una de las plomadas. 3. Verifica que todo el conjunto se encuentre en reposo y separa una de las plomadas un ángulo no mayor de 30º paralelo a los soportes y suéltala con cuidado. 4. Observa qué ocurre y regístralo.

Lo que nos dejó el Taller

Con posterioridad a la participación en el Taller de Capacitación, los docentes dictaron el SU que abarcaron los meses de noviembre de 2012 a marzo de 2013, y al inicio del ciclo lectivo 2013 se les aplicó una encuesta de opinión sobre la experiencia (ver ANEXO A). Se realizó también una encuesta de opinión a los alumnos de primer año sobre la modalidad implementada con ellos en el SU (ver ANEXO B).

Reflexiones de algunos docentes

Los resultados de las encuestas realizadas a los docentes del Taller, dan cuenta del interés provocado y el compromiso con la tarea docente. Uno de ellos expresaba: *"Celebro esta nueva modalidad de encarar el seminario de ingreso 2013. Como primera experiencia, el haber trabajado con los ingresantes en los experimentos que ellos debían realizar en forma grupal y luego informar, pude comprobar que el entusiasmo y el factor sorpresa jugaron un papel fundamental en el aprendizaje hacia un nuevo mundo como es para ellos el ingreso a la vida universitaria, en un ámbito que no les es familiar y donde la independencia y la respons*abilidad *individual son valores que se tornan primordiales en este nuevo camino".*

También tomaron conciencia de su rol como guía del proceso de aprendizaje de sus estudiantes, y no poseedores de la verdad y el conocimiento, que es luego trasmitido a los estudiantes; en este sentido, uno de los docentes expresó: *"…Los profesores de las aulas diversificadas no tienen todas las respuestas, son aprendices obstinados que acuden día a día con la convicción de que hoy saldrán las cosas mejor que ayer…"*

Resultados de la encuesta final a los alumnos

Con respecto a las actividades desarrolladas en el SU, los estudiantes destacan como favorables: la presentación de la carrera, el encuentro con los tutores, el material de trabajo, la elaboración de informes y el trabajo en Matemática. Consideran en forma mayoritaria a la evaluación como útil y necesaria, al igual que la interacción con los docentes. A los experimentos planteados en esta nueva modalidad los califican como actividades motivadoras y útiles, aunque hay diferencias en el modo de expresar sus apreciaciones en algunas comisiones, lo que permite inferir la influencia del estilo docente en la actividad; expresan también la necesidad de que se incluya Física en el SU, por carencias en su formación.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, estamos convencidas de la importancia de plantear actividades formativas que favorezcan la actualización docente, que promuevan el empleo de nuevos recursos y estrategias en el aula.

Consideramos relevante orientar las acciones docentes en el trabajo con los estudiantes ingresantes a la universidad, desplazándolas del interés por obtener resultados correctos en la resolución de ejercicios, hacia la promoción del desarrollo de habilidades cognitivas que les posibilite más adelante, modelar, planificar y encontrar soluciones a nuevos problemas.

La tarea docente cobra un papel fundamental que movilizará a los alumnos para avanzar con entusiasmo y

curiosidad. El conocer las opiniones de los docentes y de los alumnos es un punto de partida para mejorar las acciones y ajustar las modalidades pedagógicas utilizadas.

Si bien los encuentros del SU son escasos, pueden constituirse como un ambicioso comienzo, lleno de expectativas y de deseos superadores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos UTN-FRRO 25MI/01, UTN-FRRO 25/M064 y SECTEI-2010-111-11.

La Secretaría Académica de UTN FRRo, generó el espacio para la realización del Taller de Formación de los Docentes a cargo del SU. El Área de Coordinación de los Procesos de Enseñanza colaboró en el dictado del Módulo 1, la supervisión en la implementación del Taller y el trabajo con los alumnos en el SU, y la aplicación del DAT.

Bibliografia

Bennett G., Seashore H., Wesman A. (1992). Test de aptitudes diferenciales. Forma T. Manual de instrucciones. Adaptación para Argentina, Casullo y Echeverría. Buenos Aires. Ed. Paidós.

Concari, S. (2009). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza en carreras de Ingeniería. Curso Taller para docentes del 1º y 2º año de la FRRo. Rosario, 27-28 de marzo y 17-18 de abril.

Concari, S. y otros (1991). El trabajo práctico de laboratorio: un enfoque no estructurado*. Memorias REF VII*, Mendoza.

Ezcurra, A. M. (2004). Diagnóstico preliminar de las dificultades de los alumnos de primer ingreso a la educación superior. Perfiles educativos. V 27, Nº 107: 118-133 http://scielo.unam.mx/pdf/peredu/v27n107/n107a06.pdf

Fernández, S. I. (2011). Ingreso universitario y motivación para el aprendizaje: un proyecto político-institucional en conflicto. *Simposio: Pensar la universidad en sus contextos. Perspectivas evaluativos*. http://fcecoordinacioneducacion.files.wordpress.com/2012/02/035.pdf

Pichot, P. (2002) *Normas Locales del Test de Aptitudes Diferenciales DAT-5* (SPSS 11.5 Inc., 2002). *Los test mentales*, Bs. As.: Ed.Paidós.

Silva Laya, M. (2011). El primer año universitario. Un tramo crítico para el éxito académico. *Perfiles Educativos* V 33, Nº Esp, México. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982011000500010&script=sci_arttext

Velasco Suárez, C. A. (2003). La transición a la vida universitaria. Éxito, Fracaso, Cambio y Abandono. En: Psiquiatría y persona. Bs. As., EDUCA. http://www.alfaguia.org/alfaguia/files/1319733023_12.pdf

Zabalza, M. A. (2005). Competencias docentes. Conferencia pronunciada en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, 9 de febrero de 2005. http://portales.puj.edu.co/didactica/archivos/competencias%20docentes.pdf

ANEXO A: Encuesta aplicada a los docentes

Con respecto al taller de capacitación:

1) ¿Qué opinión general le merece la propuesta?
2) ¿Qué consideraciones realizaría sobre los temas abordados en la misma?
3) ¿La metodología le resultó apropiada? ¿Por qué?

Con respecto a la implementación:

4) ¿Pudo transferir y aplicar los aprendizajes realizados al trabajo en el aula, con los alumnos? ¿En qué medida?
5) ¿Qué obstáculos encontró para desarrollar su práctica? ¿Qué aspectos le resultaron facilitadores?
6) Sintetice su experiencia con los alumnos aspirantes y formule los comentarios o sugerencias que le parezca.

ANEXO B: Encuesta aplicada a los estudiantes

Estimado/a alumno/a: Como actividad previa a tu ingreso a esta Facultad participaste del Seminario Universitario. Durante el mismo, ya sea de modo presencial o a distancia, se realizaron distintas actividades y queremos conocer tu opinión acerca de ellas. Elige y marca con una cruz aquellas palabras que identifican tu experiencia en los siguientes aspectos.

Las palabras (adjetivos) son: Motivante, Necesario/a, Claro/a, Útil, Suficiente, Insuficiente, Confuso/a.

1. Presentación de la carrera.
2. Encuentro con tutores.

3. Temas referidos a la historia de la UTN.
4. Experimentos realizados sobre distintos fenómenos. Elaboración de informes.

Materiales de trabajo.

5. Interacción con los docentes.
6. Lo trabajado en el Taller de Matemática.
7. Interacción con el campus (sólo para quienes cursaron modalidad virtual).
8. Evaluación.

Si lo deseas, a continuación expresa opiniones y sugerencias libremente.

Carrera:…….. Comisión de primer año:…….. Presencial - Distancia.

Tiro Oblicuo: Determinación de la Velocidad de Salida de un Proyectil impulsado por un Resorte y de un Chorro de Agua como Estrategia Pedagógica

Tamaño, Gabriela; Maffioly, Rodolfo H. E.;
Pisonero, Mario O.

Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos
tamanog@fcal.uner.edu.ar; rodhugenr@yahoo.com.ar

Resumen

El presente trabajo tiene por finalidad presentar al alumno de en la preparatoria de la asignatura Física I, una actividad de laboratorio que permita visualizar las variables cinemáticas involucradas en un movimiento bidimensional como es el tiro oblicuo, utilizando para ello dos modelos diferentes desde el punto vista experimental, pero que comparten el mismo comportamiento físico.

Para implementar las experiencias se utiliza en primer lugar, como medio didáctico, un software específico provisto de sensores adecuados para poder determinar tiempo de vuelo,



velocidad, etc., accediendo a la representación en imágenes de las funciones de posición, velocidad y aceleración correspondientes. En segundo lugar, como recurso educativo, se realiza con un sistema hidráulico, el lanzamiento oblicuo de un chorro de agua con la visualización directa de las variables (ángulo de lanzamiento, altura, velocidad de lanzamiento y alcance) obtenidas a partir de imágenes captadas por medio de una filmación en video y fotografías realizadas al efecto.

Palabras Clave: Tiro Oblicuo; Chorro de Agua; Estrategia pedagógica; Videos.

Un Juego Grupal, excusa para el Encuentro con el Fenómeno de la Refracción de la Luz

Zerpa, Hugo Sebastián; Gramajo, María Cecilia

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta. CIUNSa.

zerpahs@gmail.com; cecigramajo@hotmail.com

Resumen

¿Cómo despertar el interés de los estudiantes por la clase de física? La experiencia que se comparte transcurre en un 5º año del Instituto de Educación Media dependiente de la Universidad Nacional de Salta, se propone una actividad introductoria para el abordaje de la refracción de la luz. Utilizando herramientas de la educación popular y la dinámica de grupos, se diseñó un circuito de postas que a partir del juego propició el encuentro con el fenómeno de la refracción de la luz. Los estudiantes fueron los protagonistas de la experiencia y de este modo se garantizó que todos ellos tuvieran el encuentro deseado con la refracción de la luz. Se muestran los resultados alcanzados.

Palabras Clave: Actividad de elicitación; Aprendizaje significativo; Enseñanza para la comprensión; Refracción de la luz.

Introducción

La experiencia que se presenta en esta comunicación es una actividad diseñada por el primer autor de la misma en el marco del cursado de la asignatura Práctica Docente, cuya docente responsable es la segunda autora.

La asignatura Práctica Docente es anual y se organiza en tres etapas bien diferenciadas y con un objetivo específico cada una de ellas.

La primera de estas etapas es la de Observación, cuyo objetivo es fundamentalmente el de lograr un primer acercamiento a la clase de Física en el nivel medio. La observación consiste en asistir regularmente a una serie de clases dictadas por el profesor del curso donde se realizará la práctica. Durante dichas clases, el estudiante (practicante, futuro docente) reflexiona en forma crítica acerca de las clases presenciadas.

La segunda de las etapas es la de la Adscripción Docente. En esta etapa el futuro profesor, actuando como ayudante en el aula del profesor del nivel medio, comienza a desarrollar las habilidades propias para el ejercicio de su tarea docente que cobra su máxima expresión en la etapa posterior de desarrollo autónomo de la práctica de enseñanza. Durante esta etapa el practicante colabora con la elaboración de guías, atiende

las consultas de los estudiantes del curso, prepara alguna experiencia, entre otras cosas.

La última de estas etapas es la de la Práctica de la Enseñanza. En esta etapa el practicante deberá dar las clases correspondientes a por lo menos una unidad temática, determinada por el profesor del curso. Durante la misma el practicante deberá asumir una postura (aunque provisoria) sobre el aprendizaje y la enseñanza.

El practicante (autor de esta comunicación) desarrolla el cursado de la asignatura Práctica Docente en una de las tres divisiones del 5º año del Instituto de Educación Media dependiente de la Universidad Nacional de Salta.

La actividad que aquí se relata se desarrolló en la etapa de Adscripción Docente y para su realización se disponía de dos módulos completos, esto es, de 80 minutos. A través de la misma se procuró introducir a los estudiantes en el estudio del fenómeno de la refracción de la luz por medio de una actividad de indagación de ideas previas sobre este fenómeno inmediatamente después haber estudiado el fenómeno de reflexión de la luz.

En concordancia con Driver et al. (1999), se considera que enseñar prestando atención a lo que los estudiantes ya saben *"es también un proceso de aprendizaje: una característica del profesor que trabaja teniendo presente las ideas de los niños [adolescentes en este caso] es la habilidad para escuchar el sentido que los alumnos están dando a sus experiencias de aprendizaje y responder de forma que afronten ese sentido". De allí la importancia que revistió esta actividad planteada en forma previa a la formalización del fenómeno de refracción de la luz.*

De la necesidad de la actividad participativa

En el desarrollo de la etapa de observación fue posible advertir la necesidad de realizar una actividad que tenga como protagonistas a los estudiantes (Jimenez Alexaindre, 2010). El grupo de estudiantes muestra poco interés en las diferentes propuestas de los docentes, el elevado número de trabajos prácticos incompletos o sin siquiera iniciar es una muestra de este desinterés. En conversaciones con los docentes este tema preocupa, aunque según manifiestan es una tendencia en la institución. Ante esta realidad, se creyó necesario desarrollar herramientas que despierten el interés, no sólo por el estudio en principio, sino por el aprendizaje, lo cual no es trivial, sino que es la condición inicial para poder desarrollar un aprendizaje en cualquier área. La actividad de Adscripción se planteó de manera que el estudiante *"reconozca sus ideas y perciba que se usan en la construcción de sus conocimientos".*

La propuesta pretende atacar directamente este punto, desde diferentes frentes. Ante todo hay una profunda confianza en los estudiantes, se considera que hay que demostrarles que uno confía en que ellos pueden alcanzar la comprensión de los temas. Por otro lado, se considera que, en determinados temas, el modo en el que se encuentran con el fenómeno físico en estudio es fundamental, debido que es una posibilidad única en el que el estudiante puede realmente llegar a plantearse las preguntas iniciales, el interés inicial puede ser aprovechado posteriormente. Por el contrario, si este encuentro es más bien una muestra de fenómenos, el camino hacia el interés es más dificultoso.

Se cree, en consonancia con lo planteado por Jiménez Alexaindre y otros (2010) que el *"trabajo en grupos, bien planteado, estimula el intercambio de ideas y experiencias entre*

iguales, introduce las ventajas del trabajo colaborativo y favorece el aprendizaje individual".

Existen múltiples experiencias de refracción que pueden desarrollarse en el aula o en el laboratorio, las actividades seleccionadas son muy comunes e incluso sencillas, el desafío fue transformarlas en experiencias lúdicas capaces de despertar el interés de realizarlas, que entusiasme y desafíe a los estudiantes. Otro criterio fue el que las experiencias sean a su vez cotidianas (Lewin, 2013), lo cual conducirá a los estudiantes a encontrarse con dificultades en donde no pensaban encontrarlas, justamente esto último, es la base de la propuesta. Las actividades poseen dos objetivos principales, uno explícito y uno implícito, uno lúdico y el otro "curricular" "didáctico", el primero es el que motiva a los estudiantes a realizar la prueba, en el segundo, el fenómeno se presenta como dificultad inesperada que deben superar, o bien simplemente es parte del juego.

Durante la observación se advirtió que el curso se encuentra subdividido en 4 grupos, pareció oportuno aprovechar esta disposición y en función de esto es que se propusieron cuatro experiencias, o postas.

La actividad requería cuatro coordinadores, uno por cada posta, debido a que el curso tiene un profesor titular, un auxiliar y el practicante, fue necesario en este caso particular solicitar la colaboración de uno de los estudiantes del curso.

De la elección del estudiante coordinador

En línea con la necesidad de la actividad, la elección de uno de ellos tiende a hacer evidente la confianza en el grupo de estudiantes. En este caso, durante el periodo de observación se

pudo establecer relación con algunos estudiantes. Existe un grupo que presenta cierto desinterés en las clases. **B** es uno de los estudiantes que pertenece a este grupo, en ocasiones manifestó algún interés mínimo, se pudo advertir que comprendía algunos temas, aunque no se esmeraba en la resolución de las guías. Una semana antes de la actividad introductoria, se le solicitó su colaboración en la organización de las actividades, su respuesta afirmativa fue una evidencia de compromiso muto.

Al comentar a la profesora responsable del curso sobre la necesidad de un ayudante, inicialmente propuso que se solicitara al auxiliar docente que convocara a alguno de los asistentes al Taller de Física[30].

El practicante manifestó su preferencia por un estudiante del propio curso, ante esta propuesta la docente recomendó se convocara a dos estudiantes que llevan al día la materia y que participan en el Taller de Física. La postura del practicante desde el principio fue involucrar a **B** u otro compañero que no sea precisamente un excelente alumno, en actitud de brindar la posibilidad de ser parte, de estar al frente de una actividad, de colaborar y participar activamente en el desarrollo de las experiencias.

Respecto a la propuesta de invitar a estudiantes del Taller de Física, se consideró que esto no favorecería el desarrollo de las experiencias, debido a que se trataría de un

[30] El "Taller de Física al alcance de todos" es un grupo especial de jóvenes y adolescentes que participan de una actividad que, si bien es organizada en la Universidad una vez por semana, no tiene correlato directo con ningún curso ofrecido ni en los cursos del Instituto de Nivel Medio dependiente de la Universidad. Los jóvenes provienen de distintas instituciones del nivel medio de la Provincia e incluso participan algunos jóvenes sin ningún tipo de vinculación institucional. El auxiliar docente del curso de Física del 5º año es precisamente quien dirige el mencionado Taller. Los jóvenes que participan de este Taller alcanzan un entusiasmo muy especial en el aprendizaje de la Física y han logrado éxitos muy particulares tanto en la participación en las Olimpíadas de Física, como en la prosecución de estudios superiores en el Instituto Balseiro, e incluso estudios de doctorado y posdoctorado, tanto en el país como en universidades extranjeras.

estudiante ajeno al grupo de clases. En este sentido, se consideró que el resultado sería totalmente opuesto al que se buscaba, ya que los estudiantes del curso sienten la comparación que, aunque involuntaria, se hace permanentemente con los estudiantes del Taller de Física. De allí que naturalmente ponen una barrera a estos estudiantes, existe un rechazo manifiesto en actitudes, comentarios y gestos.

Lo dicho anteriormente lo constató el practicante en una de las clases en las que un asistente al Taller participó de la clase y auspició de colaborador del auxiliar, las actitudes de los estudiantes del curso hacia él fueron las mencionadas anteriormente.

Relato de la Experiencia

La experiencia fue abordada a modo de actividad de elicitación o indagación de ideas previas, haciendo foco en la participación, intervención e interacción de los estudiantes a partir de experiencias vinculadas al fenómeno de la refracción de la luz propiciando un acercamiento a dicho fenómeno. Se trata de una actividad de introducción, previa al estudio formal del fenómeno de la refracción de la luz.

La propuesta se fundamenta, además, en la mirada del aprendizaje como un aprendizaje significativo en una visión particular que se propone indagar *"aquello que el aprendiz ya sabe"* a fin de proceder a *"enseñar de acuerdo con ello"*, el paradigma Ausubeliano que tan bien recupera Moreira (2000).

La modalidad de trabajo propuesta consiste en un juego de postas por grupo. Cuatro grupos de estudiantes desarrollaron diferentes experiencias simultáneamente. Las cuatro

experiencias estuvieron coordinadas, cada una, por un docente o por un estudiante designado.

Cada experiencia tuvo consignas a modo de desafío que el grupo debía afrontar para alcanzar el máximo puntaje posible en un determinado tiempo.

Los responsables de cada posta debían indicar las metas a alcanzar, coordinar el desarrollo de la actividad, fiscalizar su correcta realización, así como motivar su desarrollo y alentar la participación de los estudiantes.

Las actividades propuestas

Posta 1 *"¡Hechalo Agua pue!"*

Para realizar esta experiencia fueron necesarios: 5 tazas de color, blancas preferentemente, una Jarra con agua, cucharas y elementos observables tales como monedas, botones o bolillas.

En cada taza inicialmente vacía se deposita uno de los elementos observables, y se cubre para que los estudiantes no observen su contenido. Se las ubica en línea cerca del borde de una mesa. Un estudiante se sienta en una silla ubicada a un metro de distancia de la mesa en la cual se encuentran las tazas. Al momento de iniciar el juego otro estudiante, utilizando una cuchara, deberá introducir agua en la taza hasta que el estudiante sentado pueda visualizar el elemento que se encuentra en el fondo del recipiente. Al visualizarlo, deberá decir en voz alta lo que contiene la taza, en caso de ser correcto, otro par de estudiantes realizan la misma actividad con una nueva

taza. La experiencia se repite hasta que se cumpla el tiempo asignado para la posta.



Taza sin agua



Al cargar agua observamos la llave en el fondo

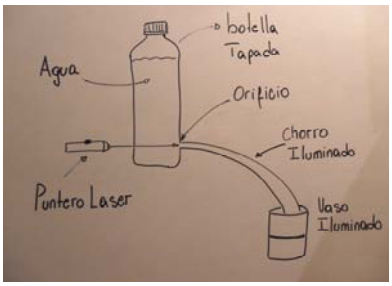


Taza que contiene una bolilla

El tiempo de carga de una taza con cucharadas de agua, es de aproximadamente un minuto cuarenta segundos (1:40). El tiempo sugerido a la actividad es de 7 min.

Posta 2 *"Chorro laser"*

Para realizar esta experiencia fueron necesarios: 6 botellas de bebidas de medio litro descartables con tapa, dos punteros laser, 6 vasos de vidrio, agua y una habitación oscura o con muy poca iluminación. Las botellas deben tener un orificio a un centímetro de la base.



Se cargan las botellas con agua, y se las deja tapadas. Las botellas deben estar ubicadas a 20 cm por encima de los vasos, estos últimos alineados alejándose de la botella. El orificio del envase debe estar en la dirección de los vasos. El Puntero laser debe ubicarse horizontalmente en dirección del orificio pero en el otro extremo de la botella, de modo que el haz atraviese el envase, el agua y el orificio.

La experiencia consiste en llenar los vasos hasta la marca previamente realizada, el alcance del chorro de agua se regula con la presión que se ejerce manualmente sobre el envase, mientras con la otra mano se sostiene el laser. Sólo será posible observar los vasos mediante el chorro de agua que cae sobre ellos. Los puntajes serán asignados de acuerdo a los vasos llenados. La dificultad radica en llenar los vasos más cercano y el más lejano.

Posta 3 *"Se me quiebra la lanza, se me quiebra"*

Para realizar esta experiencia fueron necesarios: un recipiente no transparente de 7 cm de profundidad, 12 cm de diámetro, o cualquier otro de dimensiones similares; una varilla

fina de 30cm; un alambre recubierto armando una figura circular y agua.



La lanza parece quebrarse

El recipiente deberá estar ubicado a la altura de los ojos del estudiante que realiza la experiencia. Los estudiantes deben lograr enganchar los pequeños alambres con forma circular que se encuentran en el fondo del recipiente con agua, introduciendo la varilla con un solo movimiento desde fuera del agua, en un ángulo muy agudo respecto a la superficie del agua y desde los lados laterales. El movimiento debe ser directo, cada estudiante tendrá tres intentos, si logra sacar uno de los alambres, tendrá tres nuevas posibilidades.

Posta 4 *"Refracción Humana"*

Para realizar esta experiencia fueron necesarios: dos recipientes de vidrio (vasos), una varilla larga, un laser, hojas de papel, una tela azul de 2m x 1,5m, una tela amarilla de 2m x 0,5m, agua, aceite, tres delantales de cocina del mismo color liso

y dos delantales de cocina rojos. Un recipiente se llena con agua, el otro con agua y aceite.

Con las hojas de papel se arman unas tarjetas en las que se indicará que experiencia deben realizar los estudiantes. Dichas experiencias serán:

- Introducir la varilla en forma vertical entre el centro y uno de los lados del recipiente con agua.
- Introducir la varilla en forma vertical junto a la pared lateral del recipiente con agua.
- Introducir la varilla en forma vertical entre el centro y uno de los lados del recipiente con agua y aceite.
- Introducir la varilla en forma inclinada en el recipiente con agua
- Iluminar con un láser el recipiente con agua, de modo que el haz de luz atraviese el agua, incida sobre la capa superior de agua y se refleje volviendo a atravesar el agua.

Los estudiantes deben elegir una tarjeta al azar. Una vez leída la consigna, los estudiantes deberán realizar la experiencia, observar qué sucede y representarlo. Para tal fin algunos estudiantes deberán sostener la tela azul "agua", la tela amarilla "aceite", otros deberán colocarse el delantal verde "varilla" o rojo "laser" según corresponda.

Se recomienda utilizar una cámara de fotos para capturar la imagen de la representación de cada grupo.



Refracción Humana
Representación de una varilla que se introduce en el agua



"Refracción Humana"
Representación de una varilla introducida en agua y aceite

Del desarrollo de las actividades

En el Laboratorio de Física los estudiantes y los Profesores aguardaban la llegada del practicante. Al llegar éste solicitó a **B** su colaboración, tal como había sido pautado, y él se puso a disposición. Se le encargó la ubicación y preparación de los elementos a ser utilizados, su desempeño fue excelente. Mientras se ubicaban los elementos, el practicante se dirigió al conjunto de estudiantes y les explicó en qué consistía la actividad en general y cuáles eran las actividades puntuales que tendrían que desarrollar en cada posta. La separación en grupos resultó como había estado previsto aunque con algunas sorpresas. Cada grupo entusiasmado con la propuesta se acercó a cada una de las experiencias. En ese momento empezaron a explorar o más bien a jugar, mientras se terminaban de dar las indicaciones a los coordinadores para el correcto desarrollo de las actividades. Una vez que todo estuvo listo, se dio inicio al juego de postas. Los estudiantes se mostraron muy entusiasmados y el desarrollo transcurrió sin inconvenientes.

Pasados ocho minutos, se terminó la primera experiencia por grupo, se tomó nota de los puntajes y los grupos

pasaron a la experiencia siguiente. Para esta nueva ronda se modificó el tiempo de trabajo a 5 minutos, debido a que los estudiantes lograban terminar las actividades un poco antes de este tiempo. De todos modos las indicaciones eran que si terminaban las actividades antes del tiempo dado, se iniciaran nuevamente para aumentar el puntaje.

La pasada completa por todas las experiencias se logró aproximadamente diez minutos antes de la finalización de la clase. Se procedió a ordenar los puntajes asignados, una vez ordenados, **B** se encargó de hacer la suma, mientras los docentes y el practicante realizaban comentarios respecto a las experiencias y al fenómeno de Refracción. Ya sobre la hora **B** dio a conocer los resultados, en primer lugar mencionó el puntaje altísimo de un grupo, dicho grupo pensó que eran los ganadores, pero el comentario siguiente de **B** fue "tienen el cuarto lugar", a lo cual siguió una carcajada de los estudiantes. Continuó con la mención del tercer lugar, y al llegar al cuarto, dijo: "entre el primero y el segundo hay una diferencia de 50 puntos!" y continuó con el segundo y el primer lugar.

Se menciona a esta actitud porque refleja la buena disposición y la colaboración de este estudiante, alcanzando en principio, el objetivo de protagonizar, ser parte e involucrarse en la actividad.

Del desempeño de los coordinadores.

Cada actividad estaba a cargo de un coordinador. El rol del coordinador es importante pues es quien fiscaliza su desarrollo, pero sobre todo es quien motiva dicho desarrollo. Las actividades estaban asignadas del siguiente modo:

- *"Hechalo Agua pue"*- Auxiliar docente del curso

- *"Chorro Laser"*- **B**
- *"Se me quiebra la lanza, se me quiebra"*- Profesora responsable del curso
- *"Refracción Humana"*- Practicante

La profesora pudo llevar adelante la actividad sin dificultades, según comentarios posteriores, manifestó que resultó de interés para los estudiantes y relató el caso de los estudiantes que intentaban doblar las lanzas para contrarestar el efecto de refracción. La profesora llevó un registro del puntaje asignado a cada grupo.

En el caso del practicante, decidió asumir esta experiencia debido a que representaba un desafío para el coordinador entusiasmar a los estudiantes con la propuesta. Los estudiantes comprendieron la actividad y se comprometieron en llevar adelante las consignas.

El desempeño de **B** fue muy bueno, estuvo atento al desarrollo de su actividad, registró los grupos y sus puntajes, explicó la consigna de la experiencia y resolvió problemas sobre la marcha. Se le encomendó esta actividad considerando que la propuesta en si era interesante, para observar, coordinar y llevar adelante.

El grupo coordinado por el auxiliar docente, tras una breve explicación de la Profesora del curso, desarrolló la experiencia solos. Al finalizar el tiempo, los estudiantes preguntaban *"y a nosotros ¿quién nos anota los puntos?"*, el practicante registró los puntajes confiando en los estudiantes, debido a que ellos decían cuantos objetos habían logrado observar. Este juego no fue plenamente aprovechado.

En la clase siguiente, continuidad

El encuentro siguiente con los estudiantes se realizó dos días después de desarrollada la actividad. Este encuentro revestía especial importancia en tanto nos daría diversos indicadores:

- En qué grado los estudiantes podían reconstruir las experiencias.
- En qué medida los estudiantes recordaban las dificultades en el desarrollo de las actividades.
- ¿Podían identificar esas dificultades con fenómenos físicos?
- De qué modo los docentes retomarían las experiencias para abordar los conceptos físicos, identificar los modelos e introducir los formalismos matemáticos.

Al inicio de la clase el auxiliar docente comentó que los estudiantes habían respondido muy bien a las actividades propuestas, y que por esto sería bueno retomar esas experiencias para luego introducir los conceptos, modelos y formalismos. La profesora del curso propuso al practicante tomar parte activa en el desarrollo de la clase, otorgándole unos minutos.

El practicante inició la clase reconstruyendo las actividades realizadas, consultando quiénes habían sacado el mayor puntaje, qué actividad les había gustado más, cual les presentó mayor dificultad, en su intervención hizo uso de los signos prosódicos (Reid, 1993), evitando la monotonía y propiciando la participación de los estudiantes. Dividió la pizarra en cuatro columnas, y mientras dialogaba dibujó un esquema de

cada actividad. Se comentó a los estudiantes cuales eran los nombres de cada actividad, dado que en la clase anterior se olvidó hacerlo Esto fue importante, debido a que los nombres causaron el efecto esperado, los estudiantes se rieron e hicieron notar la pertinencia de algunos de ellos, *"ah...está bueno"* fue unos de los comentarios que se escucharon. Algunos estudiantes no entendieron el nombre de *"Hechalo agua pue"*, otros se lo explicaban, exagerando la entonación salteña. Respecto a las experiencias los estudiantes recordaban:

- Cómo se iluminaba el chorro de agua, y cómo éste iluminaba el vaso que debían llenar. Uno de los comentarios fue *"sí....el agua se iluminaba".*
- En la pesca con lanza, se reían y comentaban como se les doblaba la lanza, *"no 're loco' se doblaba cuando la metías en el agua".*
- Respecto a los objetos en las tazas, se preguntaban qué ocurría, algunos estudiantes lo explicaban argumentando que los objetos flotaban.
- En la refracción humana, comentaron que a la varilla *"se la veía como quebrada"*. Al consultar sobre los recipientes con agua y aceite, algunos dudaron y otros comentaron que se quebraba dos veces. Al margen pero vinculada con la actividad, preguntaban cuáles fueron las mejores fotos.

Llegado a este punto se preguntó si veían alguna relación entre las experiencias. Se insistió preguntando si ellos encontraban algo en común entre la lanza que se quebraba y las tazas con objetos sumergidos. La expresión en los rostros de los estudiantes, manifestaba que no encontraban esas relaciones.

Oportunamente el Auxiliar intervino y con muy buen tacto y experiencia pudo profundizar aún más en estos cuestionamientos, pudo guiar a los estudiantes vinculando conceptos que habían sido abordados con anterioridad, en el estudio de la reflexión de la luz.

Haciendo uso del modelo de rayo luminoso, explicó cómo los objetos son visibles mediante los rayos que llegan hasta él y que al reflejarse llegan hasta nosotros. Empapando un paño, y con él mojando la polera del practicante en el hombro, les pregunto porqué cambió de apariencia. De este modo introdujo la idea de que la luz no se comporta del mismo modo en diferentes medios. De este modo introdujo el concepto de índice de refracción. Luego con esta idea analizó la experiencia de las tazas con objetos dentro.

Mientras desarrollaba la explicación, a los estudiantes se los pudo ver atentos, y tratando de seguir el razonamiento, incluso fueron muy evidentes los gestos de varios que no habían logrado comprender lo expuesto. Mientras el docente intentaba seguir con las explicaciones, el practicante intervino solicitando que se volviera a explicar lo que sucedía en la experiencia de las tazas (Reid, 1993). El Auxiliar nuevamente inició la explicación, a mitad de camino una de las estudiantes que no entendía, cambió su expresión, levantó las cejas dibujo una sonrisa y dijo, *"ah... ya entendí"*.

Este último relato es de importancia, debido a que esta estudiante no había demostrado ningún interés en la materia durante todo el año, y fue muy significativo el hecho de que siga con atención la explicación del profesor, advierta no haber entendido, luego, lejos de renunciar y conversar con sus compañeros sobre otros temas, sacar el celular, o la netbook, expresó en voz alta que no comprendía y nuevamente siguió la explicación del docente, y al final pudo entender la interpretación

y la explicación de lo que acontecía. Hacia el final de la clase el Auxiliar presentó la ley de refracción.

En general la disposición y la actitud de los estudiantes fue positiva, la diversidad de la participación y la atención dispensada fue mucho mayor que en otras ocasiones, el entendimiento inicial de los fenómenos fue satisfactorio. Por lo expresado, podemos considerar que la actividad de Introducción propuesta y realizada cumplió con los objetivos que le son propios.

Por último, es necesario hacer notar que existían estudiantes que no siguieron en absoluto la exposición, se trataba de estudiantes que no habían participado de las actividades debido a su inasistencia en el día que se desarrollaron dichas actividades. Sin embargo una estudiante que no asistió a la clase de introducción, participó activamente debido a la lectura del material teórico desarrollado por el docente. Otro estudiante que no asistió a la actividad de introducción, vinculado al grupo de la estudiante que gratamente modificó su actitud, si bien no participó activamente, estuvo muy tranquilo y también atento a las explicaciones, esto quizás vinculado al cambio de actitud de su compañera de grupo y de banco. Este segundo encuentro transcurrió en una clase de 40 minutos.

Conclusiones

Además de los aspectos positivos ya mencionados destacamos que:

- La actividad desde el principio planteaba una modificación en la relación docente alumno, esto es,

el Docente ahora Coordinador, debía motivar el desarrollo de las actividades, invitar a realizarlas, preocuparse de que todos participen, entusiasmar y marcar el "ritmo" de cada actividad. Esto contrasta con las clases introductorias en las que el docente se preocupa por mantener el orden. En este sentido y por las características propias de la actividad, no se escucharon los clásicos *"Escuchen" "Hagan silencio" "Vamos chicos vengan a ver" "Quietos"*.

- Todos los estudiantes estuvieron comprometidos con la actividad durante la totalidad del tiempo que éstas duraron. Un dato curioso es que ningún estudiante pidió retirarse para ir al baño, esta cuestión no es menor, dado que en una clase de 40 min, al menos 4 estudiantes solían solicitar permiso para retirarse. Esto habla del grado en que la actividad captó la atención de los estudiantes.
- Las actividades propiciaron el trabajo grupal.

No obstante los aspectos positivos mencionados, el practicante, al reflexionar sobre el desarrollo y objetivos alcanzados durante esta experiencia, señala algunos aspectos que considera deben mejorarse. Los aspectos resaltados se refieren fundamentalmente al manejo del tiempo, tanto en la preparación como en el desarrollo de las actividades. El tiempo disponible para la puesta en común, integrando y conversando sobre lo realizado, fue muy corto, esto podría mejorarse considerablemente a su juicio.

Otro aspecto a mejorar tiene que ver con la necesidad trabajar previamente con los coordinadores de las distintas experiencias. Esto involucra la necesaria coordinación del

registro, en cuanto a las fotografías del desarrollo del circuito, lo que puede ser aprovechable en otras actividades tendientes a afianzar a la comunidad del curso (docente-alumno). Se considera de vital importancia que el curso se convierta efectivamente en una comunidad de aprendizaje.

Bibliografia

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V., 1999, *"Dando sentido a la ciencia en secundaria",* Madrid, España: Visor Dis., S. A. Editores.

Jiménez Aleixandre, M.P. (Coord), 4º Reimp., 2010, *"Enseñar ciencias"*, Barcelona, España: Editorial GRAÓ.

Lewin, W., Goldstein, W., 2012, *"Por amor a la física",* Argentina: Debate.

Moreira, M. A., 2000, *"Aprendizaje significativo: teoría y práctica"*, Madrid, España: Visor Dis., S. A. Editores.

Reid, D., Hodson, D., 1993, *"Ciencia para todos en secundaria",* Madrid, España: Narcea S.A. de Editores.

Una Experiencia de ABP y TICs en Biofísica de Enfermería

Aiziczon, Beatriz[1]; Cudmani, Leonor[2]

1: Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina, UNT

2: Inst de Física, Fac de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Tucumán

baiziczon@gmail.com, lcudmani@herrera.unt.edu.ar

Resumen

En la búsqueda por incorporar las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Sociales (NTICS) en este trabajo se diseña y evalúa una propuesta didáctica superadora en clases teóricas multitudinarias de Biofísica en primer año de enfermería universitaria.

Una construcción metodológica a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado encuadrada en el Modelo de Aprendizaje Significativo Ausubeliano y el Aprendizaje Basado en Problemas permitió abordar dos temáticas movilizadoras de los intereses de los alumnos y se refieren a la relevancia de las radiaciones y el sonido en la salud, concluyéndose que la mayoría de los alumnos estaría a favor de la aplicación de la nueva metodología.

Palabras clave: Biofísica; Sonido; ABP; NTICs

Introducción

Biofísica es una asignatura cuatrimestral de primer año de la Carrera de Enfermería. El contexto institucional está caracterizado por el modelo tradicional de transmisión de información en clases teóricas multitudinarias, privilegiando un aprendizaje centrado en el docente como principal estrategia; predomina un discurso comunicativo unidireccional, sin espacios curriculares que permitan al alumno interactuar con los contenidos. Algunas temáticas no se presentan debidamente interrelacionadas con el hombre y su vinculación con el medio, tal el caso de los temas de esta propuesta: La relevancia de las Radiaciones y el Sonido en la salud. El impacto de las nuevas tecnologías y los hábitos de la población resultan movilizadores de los intereses de los alumnos y cobran importancia en el diseño de estrategias de enseñanza aprendizaje de Biofísica tales como las que desarrollamos en esta propuesta.

Marco Teórico

El Modelo de Recepción-Transmisión de enseñanza de las ciencias está apoyado en un modelo de aprendizaje centrado en el docente, que privilegia las clases teóricas como principal estrategia didáctica, donde el alumno se limita a escuchar y repetir la información en la evaluación final.

La importancia de superar ese Modelo hace que la investigación didáctica se oriente a seleccionar criterios para aplicar nuevas estrategias en modelos más actuales. Por lo expresado anteriormente nos proponemos integrar los criterios del contexto CTS (Ciencia Tecnología Sociedad) al aprendizaje de los conceptos científicos, familiarizando al alumno con el acceso a la información y la tecnología, otorgando importancia al pensamiento crítico (Alonso Sánchez et al, 1996). Trataremos de integrar el aprendizaje de los conceptos biofísicos al contexto de la carrera de Enfermería Universitaria otorgándole importancia al pensamiento crítico, creando condiciones en el aula para reflexionar sobre prevención de hábitos perjudiciales para la salud. El esfuerzo de los alumnos por comprender los conceptos se vería facilitado en un contexto que favorezca la percepción de su relevancia en la práctica profesional, brindando oportunidades para integrarlos con situaciones habituales (Aiziczon, y Cudmani, 2010)

Este trabajo forma parte del Proyecto de investigación "Transferencia de resultados de investigación en la superación de dificultades en el aprendizaje de conceptos y procedimientos en ciencia y tecnología" (CIUNT, 2005-2008 y 2009-2013). Se partió de preguntas de investigación provenientes de nuestra experiencia docente, que reflejan los principales obstáculos encontrados empíricamente en la enseñanza de Biofísica en Enfermería y de la bibliografía relacionada. La identificación de factores subyacentes permitirá derivar criterios que guíen estrategias superadoras coherentes con el Modelo de Aprendizaje Significativo.

Consensos logrados entre teorías estructuralistas:

- El conocimiento es una construcción (reconstrucción, co-construcción)

- La construcción debe estar enraizada en la estructura cognoscitiva previa para que adquiera significación y estabilidad (investigar ideas previas e identificar conceptos inclusores)
- Integración de conceptuaciones, fines, metodologías, ontologías, para generar cambios significativos estables de la estructura cognoscitiva
- El rol del alumno como protagonista responsable de su aprendizaje
- El rol docente como facilitador (generador de situaciones de aprendizaje, guía como experto)
- Importancia de la interacción social para favorecer estos cambios (trabajo grupal)

El alumno construye significados idiosincráticos sobre la base de principios, conceptos y proposiciones, a partir de la disponibilidad de conceptos relevantes e inclusivos. Rescatamos Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005), considerando relevante la participación activa del estudiante en el manejo crítico de la información para lograr aprendizajes en profundidad (Tamayo, 2011); la interacción con el nuevo material permite su asimilación y produce modificaciones significativas en su estructura cognitiva (Aiziczon y Cudmani, 2004, 2010). En función de ese anclaje, resaltamos la importancia de conocer los Modelos de los alumnos incorporando a las ideas previas, los afectos y las emociones para identificar obstáculos (Ausubel, 1981).

Desde el *Pensamiento Complejo* (Morin, 2002) surgen aportes en el sentido de un saber que contribuye reuniendo y organizando conceptos, aspecto considerado relevante para la educación del futuro".

La estructura problematizada en un *modelo de instrucción "por investigación"* según planteos constructivistas, transforma el tema de estudio en un problema a investigar; permite integrar información otorgando sentido a su estudio; enfrenta al alumno a situaciones abiertas y significativas (Verdú et al, 2002); potencia el aprendizaje de conocimientos científicos y el compromiso con la tarea en un clima de trabajo colaborativo, favoreciendo el cambio conceptual, epistemológico y actitudinal, reduciendo el currículo solo a los conceptos que puedan ser bien aprendidos y recordados a largo plazo (Gil Perez, et al, 1995; Cudmani, 1998; Alonso et al, 1996). En esta filosofía, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) permite "Aprender a aprender" e integrar información de ciencias básicas y clínicas en la educación médica aproximando al alumno a su futura práctica profesional (Barrows y Tamblyn, 1980, Venturelli, 2000).

El desafío en los ambientes educativos actuales requiere construir un marco teórico constructivista, proponiendo estrategias que faciliten el pasaje de la estructura conceptual de la disciplina a la estructura cognitiva del alumno de manera significativa, facilitando la predisposición a aprender significativamente. Esto implica la interacción con contenidos de baja estructuración que promuevan un aprendizaje profundo y considerar un enfoque basado en modelos de aprendizaje colaborativo. Promover la interacción profesor-alumnos-contenidos brinda oportunidades para la adquisición de competencias metacognitivas, promoviendo la claridad y estabilidad de la estructura cognitiva a partir de conceptos subsunsores que promuevan su integración con los nuevos conocimientos (Moreira, 1999; Ausubel, 1981). El trabajo en grupo permitiría aprender con la ayuda de sus compañeros, compartiendo y negociando significados, estructurando el

conocimiento en la zona de desarrollo próximo (Vigotsky, citado por Sigalés, 2001). Las actividades alternativas a la enseñanza tradicional requieren tiempo y esfuerzo (Moreira y Caballero, 2008).

Fundamentación de las estrategias de aprendizaje

A partir de la relevancia e interés que las nuevas tendencias en Educación han otorgado a los criterios CTS, se elaborará una propuesta de instrucción problematizada que promueva un aprendizaje profundo en Biofísica en Enfermería Universitaria. Se focalizará como incentivador del aprendizaje en una estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación, contextualizada por Modelos estructuralistas de Educación en Ciencias, utilizando estrategias que integren contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, considerando la utilización de recursos tecnológicos y la enseñanza contextualizada (Area Moreira, 2009). Se opta por el Modelo de Aprendizaje Significativo propuesto por Ausubel por sus aportes al aula de clase y se complementa con el modelo de Resolución de problemas bajo la guía del docente como experto, con los criterios CTS y de la Epistemología de la Complejidad.

Esto implica diseñar una propuesta de aprendizaje colaborativo que facilite la interacción profesor-alumnos-contenidos mediante la resolución de problemas presentados a los estudiantes. La interacción con contenidos de baja estructuración resultaría movilizador de los intereses de los alumnos y facilitaría negociar significados, brindando tiempo para reflexionar y argumentar con aportes de calidad que faciliten el aprendizaje significativo crítico (Cabero y Román, 2005)

Criterios que guían las estrategias de aprendizaje

- Diseñar actividades creativas de comprensión para la enseñanza en el contexto de la enseñanza de Biofísica en Enfermería Universitaria mediante la inclusión de TICs en el aula, brindando oportunidades para extenderse más allá de la información suministrada
- Diseñar una propuesta viable de Aprendizaje Significativo que permita complementar y enriquecer la enseñanza presencial rescatando las relaciones CTS y promoviendo el protagonismo de los alumnos
- "Reajustar" contenidos curriculares a partir de problemas de ABP que permitan al alumno ocuparse activa y reflexivamente de relacionar, reflexionar y debatir

Objetivos de aprendizaje

- Interpretar procesos biofísicos en el hombre sobre la base de conceptos científicos adquiridos significativamente
- Reflexionar sobre los riesgos para la salud
- Promover medidas de prevención basadas en los hábitos de vida

Metodología

Caracterización del marco contextual:

Esta propuesta está basada en estudios previos de las autoras para la enseñanza de Biofísica que se venían aplicando por separado desde el año 2002 con alumnos de 2° año de la Carrera de Médico. Para la construcción de la estrategia metodológica adaptamos propuestas anteriores que ya habíamos probado respecto al tema clásico "Sonido" según planteos estructuralistas de Educación en Ciencias (Moreira, 1999). Nos propusimos integrar con sentido la introducción de conceptos biofísicos con las actividades propuestas a partir de actividades tales como el diseño de Campañas de Prevención y Promoción de la salud para transferirlas a la población. Se aplicaron estrategias que faciliten el Aprendizaje Significativo desde una estructura problematizada vinculada con los conocimientos previos, los intereses de los alumnos y las aplicaciones médicas.

Metodología de Enseñanza

Marco contextual: la experiencia se realizó en el marco de las clases teóricas masivas de Biofísica en 1° año de la carrera de Enfermería universitaria, que pertenece a la Facultad de Medicina. En general los conocimientos previos de física y matemáticas suele ser bajo por lo que el dictado de la asignatura requiere un abordaje conceptual. Hubo que adaptar el diseño de la propuesta a las exigencias curriculares del cursado cuatrimestral de la asignatura teniendo en cuenta el gran número de alumnos que asisten a las clases teóricas obligatorias como única actividad y a la insuficiente relación docente alumno.

Estos aspectos implicaron el desafío de diseñar actividades centradas en el alumno considerando la masividad y que puedan ser evaluadas ajustándose a la marcha de ciclo lectivo. Pese a lo adverso del contexto intentamos generar actividades tendiendo hacia una enseñanza acorde con nuestro marco teórico. Se optó por un planteo mixto de ABP con Clases Teóricas acotadas, para desarrollar también desde otra metodología, los conceptos biofísicos involucrados; la estrategia debía favorecer el contacto con las nuevas tecnologías para acercar al alumno a la modalidad de trabajo científico actual: familiarizarlos con la búsqueda de información en Internet, el uso de pendriver, notebook, cañón, correo electrónico, y exposiciones en plenario mediante Power Point.

Se diseñaron dos problemas de ABP, desde la perspectiva de la prevención y promoción de la salud intentando despertar el interés por la asignatura. En el segundo problema se abordaron los conceptos biofísicos a partir del Diagnóstico por Imágenes, y funcionó como una instancia integradora cercana a su futuro profesional.

La duración de la propuesta fue de 8 semanas distribuidas en dos encuentros semanales de dos horas y media cada una, con la participación de 130 alumnos. La estrategia de ABP fue pensada inicialmente para una clase semanal de dos horas, pero hubo que aumentarlas dado que las sesiones de globalización del ABP requerían una clase entera. El trabajo grupal se realizó a distancia. Se dio como consigna que la producción grupal a partir del problema de ABP debía tener la forma de a. una Campaña de prevención y promoción de la salud b. Se requirió una presentación por escrito o Monografía a fin de introducirlos en la presentación de trabajos científicos. La presentación de los Power Point en plenario sirvió para reforzar los conceptos. La Evaluación formativa estuvo apoyada en las

producciones o Memorias Científicas de los alumnos. Esto implicó organizar una red para que los grupos se comunicaran vía e-mail con dos alumnos que centralizaron la tarea de envío de los archivos quienes a su vez la reenviaban al docente a fin de evaluarlos y sugerir las correcciones para su mejora. Al finalizar la propuesta se tomó una evaluación sumativa que respondiera a las exigencias curriculares (Ver Guía de Actividades en Apéndice 1)

Metodología de Investigación

Descripción de los instrumentos para la recolección de datos:

Para evaluar los resultados obtenidos con la propuesta, se usaron instrumentos que fueron analizados sistemáticamente en término de categorías y dimensiones seleccionadas. Para evaluar la propuesta se tuvo en cuenta procesos, resultados, y la opinión de los alumnos. Dado que para facilitar el aprendizaje significativo tenemos que considerar la concepción del currículo, la estructuración del trabajo en el aula, la modalidad de las actividades, la introducción de conceptos y la evaluación, la recolección de datos involucró todas las producciones del alumno (González y Cudmani, 2006).

Instrumentos diseñados para evaluar el aprendizaje de los alumnos: 1. Como *evaluación formativa grupal* se analizaron las *Memorias Cientificas MC* que realizaron como propuestas de Campañas de Prevención a partir de los dos problemas de ABP sobre: 1. Radiaciones y salud 2. El sonido es salud?: 1.1 Propuesta mediante Power Point (*MC1.1 y MC2.1*) 1.2: Propuesta

por escrito: monografías (*MC1.2 y MC2.2*). 2. Como evaluación sumativa individual se tomó un examen escrito (*parcial*). 3. *Instrumento para evaluar la estrategia*: se entregó una *encuesta de opinión* anónima a los alumnos luego de la evaluación final (Ver Apéndice 2)

Por razones de espacio en este trabajo se extraerán conclusiones parciales

Análisis de los Datos Recogidos

Identificación de Categorías y Dimensiones de análisis de la propuesta: Se utiliza un enfoque interpretativo basado en la sistematización de los resultados obtenidos en categorías a partir del marco teórico explícito y del análisis ordenado de los datos. Se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos a fin de identificar Dimensiones y Categorías que permitan el análisis, interpretación y fundamentación de las conclusiones. Se analizaron 22 producciones grupales de cada actividad según las dimensiones y categorías que se explicitan en el cuadro. La teoría cognitiva del Aprendizaje de Ausubel guía el análisis de los power point y las monografías. Los resultados obtenidos se expresan en porcentajes (%).

Categorías y Dimensiones de análisis (Aiziczon y Cudmani, 2004)[31]

D1 *Identificación correcta de núcleos conceptuales fundamentales* 1. 1 Correctas[32] 1.2 incorrectas 1.3 parcial

[31] Los interesados en este texto pueden solicitarlo a los autores (ver e-mail) Aiziczon B., Cudmani L. (2004) "*El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final*" "Memorias de SIEF7. Séptimo Simposio de Investigadores en Educación en Física" Santa Rosa. La Pampa.

[32] no es una consigna rígida, solo compatible con lo científico

D2 *Relaciones significativas entre conceptos* 2.1 si 2.2 no 2.3 parcial;

D3 *Ordenamiento Jerárquico* 3.1 si 3.2 no

D4 *creatividad en el diseño* 4.1 poco frecuente 4.2 originales 4.3 no originales

Se calcularon los porcentajes totales para cada dimensión y categoría de las Memorias Científicas Por razones de espacio solo se incluyen las tablas referidas a los Power point, y se realiza una tabla general que representa la evaluación total de las cuatro memorias científicas (Ver Tablas en Apéndice).

Discusión de resultados de la encuesta de opinión en base a categorías establecidas para valorar la nueva metodología

Para cada categoría se consideró las respuestas dadas a los ítems relacionadas con ella.

1. *Aprendizaje Centrado en el alumno/enseñanza tradicional*: Items 1, 4 y 9: El 70% valora la elaboración del Power Point y la estrategia del ABP. El 80% trabajaría nuevamente con esta propuesta "fue una experiencia hermosa para integrar y afianzar los conocimientos" aunque requirió dedicar más tiempo para biofísica. Algunos expresan "seguir trabajando con ABP pero siempre acompañado de clases teóricas".
2. *Aprendizaje significativo:* Ítems 2 y 3: el 70% "pude comprender mejor los temas y rescaté los conceptos más importantes" "establecí relaciones para integrar la información, logrando un mayor aprendizaje de la materia"

3. *Importancia de los conceptos Biofísicos para su futura práctica profesional*: ítems 5 y 6: "Me hubiera gustado tener la materia todo el año" "sugiero que el ABP se extienda a plazos más largos para poder interactuar con la mayor información posible" "para aprender un poco más de lo que aprendí" consideran biofísica como muy importante para su formación profesional y sugieren más tiempo para su dictado "me gustaría tener más clases ya que son muy interesantes y me agrada la materia" "tendríamos que tener más tiempo para esta materia que es muy importante para nuestra formación" "ayudó a comprender la importancia de algunos temas en esta carrera"
4. *Trabajo grupal*: ítem 7: el 80% adhiere al trabajo grupal
5. *Rol docente como facilitador:* Ítem 8: Los aspectos débiles de la estrategia se refieren las dificultades que implica la enseñanza en condiciones de "masividad" "jugó en contra que seamos tantos "la materia es complicada para relacionarla con lo que nos pasa día a día" "por la poca experiencia que tengo de física me gustaría que en clase se explique más porque son temas difíciles de entender y necesitan tiempo"

Resultados del análisis para evaluar las Actividades

ABP I: Del análisis de las memorias científicas consideramos positivo el cambio de enfoque reduccionista del tema, en un 100%realizaron esfuerzos exitosos para lograr la integración activa de conceptos. Centraron su esfuerzo en la prevención ante la posibilidad de ir a

colegios secundarios como futuros profesionales que dominan los conceptos teóricos del tema

ABP II: el plenario sirvió también para aprender aspectos técnicos relacionados con las exposiciones en power point. El 100% pudo establecer relaciones significativas y válidas mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa En un 80-90% la Reconciliación integrativa se vio reflejada en la creatividad en los diseños.

Análisis de Resultados en base a Categorías

Facilitar el Aprendizaje Significativo: la mayoría es capaz de identificar, comprender e interrelacionar conceptos, mostrando la relevancia de las materias básicas. La elaboración de memorias científicas como documentos de reconstrucción crítica, favorecieron la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa. La activación de subsunsores relevantes se vio facilitada por el problema de ABP .

Identificar conceptos clave y su estructura jerárquica, los problemas de ABP permitieron relacionar los conocimientos previos con la nueva información.

Evaluación: la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa como instrumento de evaluación formativa permitió ajustar el proceso.

Aprender en un contexto similar al profesional el tratamiento contextuado de temas importantes de su futura práctica profesional sirvió para almacenar claves que faciliten la recuperación del conocimiento relevante.

Desarrollar habilidades de estudio autodirigido La estructura problematizada brindó un formato potente como estructura organizadora favoreciendo el estudio independiente facilitando la comprensión.

Facilitar la participación activa del alumno: el diseño de las campañas de prevención significó un desafío, estimulando el análisis crítico de la información.

Identificar conceptos biofísicos involucrados: Los problemas de ABP como estructura organizadora tuvieron un nivel de generalidad que respondía a los objetivos de aprendizaje no negociables de Biofísica.

Curiosidad epistemológica: Se puso de manifiesto en la búsqueda de información y las argumentaciones en las campañas de prevención

Conclusiones

Nuestra intención fue plantear actividades utilizando pedagógicamente las Tics en el aula, tratando de integrar el aprendizaje de contenidos y habilidades. Reconstruir la información usando la resolución de problemas en un entorno colaborativo brindaría la posibilidad de innovar las prácticas y poner en evidencia la calidad de los aprendizajes integrados y las relaciones CTS. Consideramos que se trata de formulaciones prometedoras con un alto interés formativo en relación a la adquisición de destrezas y competencias de alfabetización tecnológica; favorecen el desarrollo de habilidades para el manejo crítico de la información (Area Moreira, M., 2008). Es importante responder al desafío de la sobreinformación con un análisis crítico de las fuentes, habilidad que debiera ser

desarrollada en la enseñanza de las ciencias, reflexionando de modo que permita desarrollar habilidades cognitivas.

El interés por los contenidos y la tarea derivó de la aplicabilidad percibida de los conceptos biofísicos involucrados. La motivación y la autonomía para relacionar contenidos, y el esfuerzo por utilizar las Tics permitiría superar la centralidad del libro de texto aplicando Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005).

La propuesta brindó la posibilidad de aplicar los aprendizajes y relacionar contenidos. Coincidimos con Perales Palacios (1997) en que los temas tradicionales de Física cobran relevancia al ser encarados desde una perspectiva integradora, abriendo la posibilidad reflexionar sobre las consecuencias en la salud. El interés por la tarea derivó de la aplicabilidad percibida de los conceptos biofísicos involucrados en situaciones clínicas probables.

A pesar de las limitaciones que nos imponen las variables externas del contexto teniendo en cuenta que se trata de una materia cuatrimestral, consideramos conveniente centrar nuestro esfuerzo en los conceptos biofísicos relevantes al perfil de su práctica profesional al momento de reformular la estrategia.

Bibliografía

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2004) "El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final". *Simposio de Investigadores en Educación en Física, 7. Memorias…SIEF7.* Santa Rosa. La Pampa. p 1-8.

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2010a) "Diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza aprendizaje de biofísica*", Caderno Brasileiro de Ensino de Fisica, 27(1), p. 88-114*.

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2010b) "Evaluación de una experiencia de ABP en la enseñanza aprendizaje de biofísica en enfermería". *Memorias… SIEF10 Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física, 10*. Posadas, Misiones, Argentina. pp. 1-12.

Area Moreira, M., (2009) Introd a la Tecnología Educativa. Disponible en Internet

Alonso Sánchez; Gil Pérez; Martínez Torregrosa (1996) "Evaluar no es calificar. La evaluación en una enseñanza constructivista de las ciencias", *Investigación en la escuela*, v. 30, p. 15-26

Ausubel, D. (1981) *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo.* Ed. Trillas. Méjico

Barrows, H.; Tamblyn, R. (1980) *Aprendizaje Basado sobre Problemas. Una propuesta para la Educación Médica*. New York. Springer Publishing Company.

Cabero y Román (2005) "E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet".

Campanario, J.; Moya, A. (1999) ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias, 2(17), p. 179-192.*

Cudmani, L, Pesa, M., Salinas, J. (1986) "La realimentación en la evaluación de un curso de Laboratorio de Física". *Enseñanza de las ciencias*, 4(2), p. 122-128

Cudmani, L. (1998) "Resolución de problemas en el aula". *Revista de Ensino de Física,* 20(3).

González de Galindo, S.; Colombo de Cudmani, L. (2006) "Estrategia didáctica en clases multitudinarias de matemática: Opiniones de los alumnos" *Revista Educación 30(2), p. 111-131*.

Gil Pérez, Valdez Castro (1995) "Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas: el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo". *Didáctica de las ciencias*, 2(3), p.1-22

Moreira, M.A. (2005) *Aprendizagem Significativa Critica/ Aprendizaje Significativo Critico*. Porto Allegre. Editorial Adriana M. Toigo.

Moreira, M.A. (1999) *Teorías de Aprendizagem.* Editora Pedagogica e Universitaria Ltda. Brasil.

Moreira, M.A.; Caballero, C. (2008) *La Teoría del Aprendizaje Significativo*. *Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias.* 1°ed. Porto Alegre/Burgos.

Morin, E. (2002) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* Bs As Nueva visión.

Perales Palacios, F. (1997) Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), p. 233-247

Tamayo, O. et al (2011) *"La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de*

tecnologías de la información y la comunicación" Edit. Colciencia. Univ. Autónoma de Manizales. UAM. Colombia

Venturelli, J. (2000) *Educación Médica. Nuevos enfoques, metas y métodos.* Serie Paltex: Salud y Sociedad (5). OPS. OMS. Washington.

Verdú Carbonell, Martínez Torregrosa, Osuna García (2002) "Enseñar y aprender en una estructura problematizada" *Alambique*, 4, p. 47-55

APÉNDICE:

Apéndice 1:

Tabla N° 1: Guía de actividades: La construcción metodológica se realizó a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico fundamentado, y determinó distintos momentos.

1. Problema de *ABP I* aprendizaje basado en problemas: *"Radiaciones y salud"*: *contenidos*: Radiaciones ionizantes, aplicaciones médicas, efectos sobre la salud, prevención. *Actividades:* Lectura del problema en clase. Trabajo grupal a distancia: consigna "diseñar una campaña de prevención y promoción" para ser difundida en Colegios Secundarios mediante el uso del Power point (MC1.1). identificación e integración de núcleos conceptuales fundamentales a partir del problema de ABP. Búsqueda bibliográfica en libros y en Internet de conceptos biofísicos y sus aplicaciones médicas; Integración básico-clínica. Identificar riesgos para la salud. Relacionar Valores Normales según la OMS. 3. *Evaluación* formativa grupal integradora. Puestas en común en plenario de los power point mediante la proyección con cañón. Síntesis para integrar la información y conclusiones. 5. Presentación escrita de la campaña de prevención: monografía grupal con la propuesta (MC1.2). Cierre. *Evaluación formativa: (MC1.1) (MC1.2)*

3.* Problema de *ABP II: "El sonido es salud": *Contenidos* Biofísicos*: Biofísica* del sonido y la audición, aplicaciones a la salud. Importancia biológica. Efecto del ruido sobre la salud. 2. *Actividades:* Revisión de prerrequisitos. Encuesta para investigar ideas previas. 3. actividades propuestas como estrategias de enseñanza: Clases expositivas con desarrollos teóricos acotados. 4) (a distancia) Búsqueda en Internet, Relacionar Valores Normales de la OMS. Incidencia social de fenómenos. 6. (Actividad integradora): Evaluación formativa grupal. Diseño de una campaña de prevención aplicando los conceptos biofísicos manejados considerando el impacto del ruido sobre la salud usando power point *(MC2.1)*. Propuesta para transferir a los jóvenes destacando la relevancia del tema.5. Exposición grupal oral en plenario. Comunicación por escrito de la propuesta *(MC2.2)*. Proyectos de investigación se encararán a partir de otras preguntas del cuadro. Discusión en plenario. Síntesis y conclusiones. Cierre. *Evaluación formativa: (MC2.1) (MC2.2)*

4. Evaluación Sumativa individual: *Parcial. MC35. Evaluación de la estrategia: Encuesta de opinión a los alumnos*. MC4

a) *De trabajo grupal (evaluación formativa)*	*Problemas de ABP*	*Memorias científicas MC: Campañas de prevención*	
		Comunicación con Power Point	*Comunicación por escrito*
	1. Radiaciones y salud	MC1.1	MC1.2
	2. El sonido es salud?	MC2.1	MC2.2
b) *De desempeño individual:*	3. evaluación sumativa MC3		4. encuesta de opinión a alumnos MC4

Apéndice 2:

Tabla N° 2: Instrumentos para la recolección de datos

Memorias Científicas %		D1 Identificación correcta de núcleos conceptuales			D2 Relaciones significativas entre conceptos			D3 Ordenamiento Jerárquico		D4 creatividad en el diseño		
		100%			100 %			70%		80%		
		1.1	*1.2*	*1.3*	*2.1*	*2.2*	*2.3*	*3.1*	*3.2*	*4.1*	*4.2*	*4.3*
Power Point	*MC1.1*	100	0	0	90	-	10	80	20	10	80	10
	MC1.2	100	0	0	100	-	0	70	30	0	90	10
Monografía	*MC2.1*	100	0	0	100	-	0	90	10	0	70	30
	MC2.2	100	0	0	100	-	0	90	10	10	70	20

Apéndice 3:

Tabla N° 3: Dimensiones y Categorías de las Memorias Científicas *(Power point y Monografía) (%)*

Dimensiones y Categorías de MC1.1 "radiaciones y salud"
D1.1 Diagnóstico por imágenes D1.2 tipos de estudios 1.2.1. aplicaciones médicas de las radiaciones. Estudios con Radiaciones 1.2.2. Radiaciones ionizantes 1.2.3. D1.3. Estudios con rayos X D.1.3.1 radiografía D.1.3.2 tomografía computada D.1.3.3 dosis D.1.3.4 prevención D1.4 estudios con ultrasonidos D 1.4.2 ecografía

Grupo	D1 % Identificación correcta de núcleos conceptuales			D2 Relaciones significativas entre conceptos			D3 % Ordenamiento Jerárquico		D4 % creatividad en el diseño		
	1.1	*1.2*	*1.3*	*2.1*	*2.2*	*2.3*	*3.1*	*3.2*	*4.1*	*4.2*	*4.3*
1	80	0	20	80	0	20	80	20	10	70	20
2	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
3	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
4	100	0		100	0	0	80	20	10	80	10
5	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
6	100	0	0	100	0	0	80	20	0	90	10
7	100	0	0	100	0	0	80	20	10	80	10
8	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
9	90	0	10	100	0	0	70	30	0	70	30
10	100	0	0	100	0	0	80	20	0	90	10
11	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
12	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
13	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10

14	80	0	20	80	0	20	70	30	50	20	30
15	100	0	0	100	0	0	100	0	50	20	30
16	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
17	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
18	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20
19	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
21	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
22	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20

Apéndice 4:

Tabla N° 4: Dimensiones y Categorías de MC1.1 "Radiaciones y salud"

Dimensiones y Categorías de MC.2.1 "El sonido es salud" D1.1 Sonido *D.1.2 características del sonido* D1.2 1 Intensidad sonora. 2.1. 2. unidades D1.3. Audición 2.3.1 campo auditivo 2.3.2 1.3.2 tratamiento D1.4 Aplicaciones médicas D1.4.1 audiometría D1.4.2 ecografía D1.5. prevención											
% *MC2.1*	D1 Identificación correcta de núcleos conceptuales			D2 Relaciones significativas entre conceptos			D3 Ordenamiento Jerárquico		D4 Creatividad en el diseño		
	1.1	*1.2*	*1.3*	*2.1*	*2.2*	*2.3*	*3.1*	*3.2*	*4.1*	*4.2*	*4.3*
1	100	0	0	100	0	0	80	20	10	80	10
2	70	20	10	70	20	10	70	30	60	10	30
3	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
4	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0
5	100	0	0	100	0	0	90	10	0	90	10
6	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0
7	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
8	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
9	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
10	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
11	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
12	100	0	0	100	0	0	70	30	0	70	30
13	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0
14	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
15	100	0	0	100	0	0	80	20	10	70	20
16	100	0	0	100	0	0	90	10	70	0	30
17	100	0	0	100	0	0	90	10	10	50	40
18	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10
19	100	0	0	100	0	0	100	0	0	90	10
20	100	0	100	100	0	0	90	10	0	80	20
21	100	0	100	100	0	0	90	10	0	90	10
22	100	0	100	100	0	0	80	20	10	70	20

Apéndice 5:

Tabla N° 5: Dimensiones y Categorías de MC.2.1 "El sonido es salud"

Encuesta de opinión a alumnos: Las dimensiones y variables se definieron considerando las características contextuales de la investigación y el marco teórico. Como respuesta a los ítems formulados se obtuvieron los porcentajes para cada alternativa establecida para medirla.

Distribución porcentual de las respuestas a las preguntas de la Encuesta de opinión a alumnos correspondiente a cada dimensión	*si*	*Mas o menos*	*no*
1.¿La realización del ABP y el Power Point te ayudó a comprender el tema?	*70%*	*25%*	*5%*
2.¿Has podido identificar los conceptos más importantes?	65%	30%	5%
3.¿Has podido establecer relaciones entre los conceptos para integrar la información?	60%	40%	0%
4.La necesidad de hacer el Power Point ¿favorece el aprendizaje de Biofísica?	70%	25%	5%
5.Te permitió ver a Biofísica como necesaria para comprender problemas clínicos?	75%	20%	5%
6.¿Consideras que Biofísica es importante en tu formación?	85%	10%	5%
7.¿Te resulta útil la interacción con tus compañeros en el trabajo grupal?	80%	15%	5%
8.El rol del docente como facilitador del aprendizaje	60%	49%	0%
9.¿Trabajarías de nuevo en este tipo de actividades?	80%	10%	10%
Sugerencias:			

Apéndice 6:

Tabla N° 6: Encuesta de opinión a alumnos *(%)* (Adaptado de González y Cudmani, 2006) (n=70)

Apéndice 7: Problemas de ABP

Problema N° 1: Radiaciones y salud: Lucía está embarazada de 5 meses y le dijo a su esposo Juan que debía ir a un Centro de Diagnóstico por Imagen a realizarse un estudio porque su médico le había pedido una ecografía. Juan quedó muy preocupado porque cuando acompañó a un amigo que se

había caído de la moto, el médico le indicó realizarse una tomografía computada y varias radiografías, y mientras lo esperaba vio un cartel que decía "Avise si está embarazada". Lucía le respondió con mucha seguridad: "todos las personas estamos acostumbrados a hacernos radiografías y no pasa nada". El le dijo que una vez leyó que hay que tener cuidado y no exponerse a las radiaciones sin que realmente sea necesario. Se dieron cuenta que no entendían realmente la diferencia entre los distintos tipos de estudios que se realizan en esos modernos centros y que necesitaban saber más del tema y que necesitaban averiguar cuándo podían resultar peligrosos.

Problema N° 2: El sonido es salud: Lucía tiene 18 años y todo el tiempo tiene conectado en sus oídos su MP3 o su celular a un volumen bastante elevado, sólo puede disfrutar de la música si está fuerte y le gusta ir a recitales de bandas de rock. Su novio Juan está preocupado porque los fines de semana trabaja en un boliche, y últimamente nota que regresa a su casa con un zumbido extraño en sus oídos y que el lunes necesita más de 16 hs para recuperarse después exponerse 3 noches seguidas a 110 dB (ese dato lo escuchó una vez porque un vecino enojado llamó y vinieron a controlar el sonido con un decibelímetro). Lucía lo tranquilizó y le dijo que no debería preocuparse. Como Juan no mejoraba decidieron consultar al médico, quien les preguntó por sus hábitos de exposición al ruido y si pensaban que podían tener problemas de audición y si alguna vez se habían realizado una audiometría. Juan dijo: "¿audiometría? No, para nada, por supuesto que no, nunca me hice ningún estudio de ese tipo". Lucía agregó con mucha seguridad: "todos los jóvenes estamos acostumbrados a la música fuerte y no pasa nada, nadie cree posible que pueda quedarse sordo". El médico dijo: Con mayor razón vamos a realizarles el estudio. Por primera vez empezaron a reflexionar sobre el tema "¿en qué consiste la audiometría, doctor? ¿Me va a doler? ¿Se cura? ¿Me voy a quedar sordo? ¿Es como una ecografía?"

Una Propuesta con Tecnología Satelital: Ambientes que nos Rodean

Scagliotti, Ariel[1]; Maximiliano Pisano[2]

1: Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS).

2: Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)

ascaglio@ungs.edu.ar

Resumen

Los avances tecnológicos generacionales van de la mano con los intereses y afinidades de los estudiantes. Es por ello que resulta muy importante idear estrategias didácticas que concilien la enseñanza de núcleos de aprendizaje con esta premisa. Se ha diseñado una propuesta de enseñanza denominada "Ambientes que nos rodean", utilizando el software del programa 2Mp de la CONAE de libre acceso, con la que se estudian y vinculan aspectos y fenómenos físicos con las Ciencias Ambientales mediante el análisis de imágenes satelitales. Esta propuesta fue implementada en un curso de 4º año del nivel secundario en la materia Introducción a la Física de la modalidad Naturales con éxito, despertando el interés y motivando la

participación activa de todos los estudiantes. Se articularon los contenidos de esta propuesta con los de la currícula desarrollando las actividades como proyecto anual.

Palabras Clave: Software 2Mp; Fenómenos físicos; Ciencias Ambientales; Imágenes satelitales.

Introducción

La tecnología satelital es actualmente utilizada de una forma amplia a través de imágenes, sistemas globales de navegación, mapas, información geográfica y modelos en tres dimensiones. Esta tecnología es utilizada para monitorear las actividades forestal y pesquera, los océanos, las emergencias ambientales y los glaciares, entre otros.

La teledetección a través de sistemas satelitales permite una visión global de los fenómenos que tienen lugar en la superficie de la Tierra, en los océanos y en la atmósfera, hace posible la observación de la Tierra a distintas escalas, ofrece una cobertura de frecuencia variable, ajustada a la utilidad de la información que proveen, y proporciona diversidad de datos que se encuentran en formato digital para su análisis

En los últimos años, se han desarrollado herramientas informáticas, materiales educativos y propuestas de enseñanza para acercar la tecnología satelital al ámbito de la educación. Las imágenes satelitales son portadoras de información crucial para el abordaje de ciertos contenidos que son objeto de enseñanza en la escuela. Su lectura y análisis privilegia otras formas de conocer en tanto constituyen una nueva forma de representación del conocimiento y permiten poner en juego estrategias de

interpretación que movilizan los conocimientos previos de los estudiantes en relación a los contenidos.

Esta propuesta tiene de base al Programa 2Mp (2 Millones de pibes) de la CONAE, que promueve la inclusión de tecnología satelital en la enseñanza a través del diseño, el desarrollo y la implementación de materiales didácticos y actividades destinadas a docentes y estudiantes de las instituciones educativas del país. El Programa 2Mp lleva adelante actividades en escuelas asociadas, proyectos educativos y propuestas de trabajo en institutos de formación docente. Asimismo, se desarrollan cursos de capacitación y numerosas actividades de difusión.

La CONAE ha desarrollado una familia de software geoespacial para el manejo y el procesamiento de información satelital. El Software 2Mp y el SoPI (Software de Procesamiento de Imágenes) constituyen entornos propicios para generar propuestas de enseñanza potentes. A través del sitio web 2mp.conae.gov.ar es posible acceder a los materiales, las herramientas de software y las actividades que conforman la propuesta educativa del Programa 2Mp.

El presente proyecto, en forma de propuesta de enseñanza, en el marco del curso "La Tecnología Satelital en la Enseñanza: una propuesta para ampliar el alcance de los conocimientos" de la CONAE, ha sido ideado para realizar actividades que vinculen aspectos Físicos con las Ciencias Ambientales y para ser aplicado en cursos con estudiantes del nivel secundario.

Las Ciencias Ambientales estudian procesos y fenómenos físicos, químicos y biológicos asociados a problemáticas ambientales. Si bien estas últimas no corresponden a núcleos de conocimiento explícitos en los diseños

curriculares del nivel secundario, constituyen un excelente eje a través del cual convergen múltiples disciplinas y temáticas que se trabajan en el nivel. El hilo conductor de la materia Introducción a la Física de 4º año es Energía, sus procesos, formas y transformaciones; y el estudio de problemáticas ambientales permite no sólo implicar a estas temáticas sino también vincularlas en función de un objeto de estudio en común.

Marco Teórico

La idea predominante entre los educadores de ciencias es que la experiencia práctica es la esencia del aprendizaje científico. Sin embargo, si tenemos en cuenta la importancia que se concede a la experiencia en el laboratorio, vemos que se han realizado pocos análisis sistemáticos de los logros que se pueden obtener en el laboratorio de ciencia (Hodson D.). En ese sentido, el autor nos invita a reflexionar críticamente acerca de la utilidad de los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL). Es importante analizar los TPL desde un punto de vista objetivo, para utilizarlos luego con un mayor criterio.

La tecnología posee cada vez mayor influencia en el desarrollo de numerosas estrategias didácticas, además de los TPL. En la década de 1980, la tecnología fue ocupando su lugar en la educación al ligarse con la didáctica. La tecnología educativa se sostenía como una teoría conformada al modo de un cuerpo de conocimientos pedagógicos y didácticos construidos por derivaciones de diferentes campos disciplinares referidos a las prácticas de la enseñanza, en las que los desarrollos tecnológicos producen su efecto. La década de 1990 permitió conocer múltiples trabajos con nuevas tecnologías, enmarcados

en proyectos que las concebían tanto desde la perspectiva de la información como de la comunicación (Litwin, 2005). En la actualidad, desde las escuelas elementales hasta las unidades académicas universitarias, las tecnologías se utilizan como herramientas para favorecer las comprensiones.

Muchas de las dificultades que se encuentran en el funcionamiento de los TPL y de las nuevas tecnologías son debidas a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo práctico. En pocas palabras, es *sobreutilizado* e *infrautilizado.* Es usado en demasía en el sentido de que los profesores emplean las prácticas como algo normal y no como algo extraordinario, con la idea de que servirá de ayuda para alcanzar todos los objetivos de aprendizaje. Es infrautilizado en el sentido de que solo en contadas ocasiones se explota completamente su auténtico potencial (Hodson, D.). Este trabajo relata una experiencia que ha sido concebida desde el uso de tecnología satelital en un TPL con los recaudos de considerar sus alcances y limitaciones.

El primer paso necesario para planificar un currículo válido desde el punto de vista filosófico (es decir aquel que describa fielmente la práctica científica verdadera) y pedagógicamente más eficaz (esto es, aquel que asegure que todos los estudiantes consiguen aprender adecuadamente) es tener claro el propósito de una lección en particular. El segundo paso es escoger una actividad de aprendizaje que se adapte a estos objetivos. Una experiencia de aprendizaje pensada para facilitar el desarrollo conceptual necesitará ser diseñada de forma muy diferente a una cuyo propósito sea ayudar a los estudiantes a comprender aspectos particulares del método científico, a generar interés por la ciencia o a aportar información sobre la historia, el desarrollo y el impacto social de una idea, proceso o artefacto. "En mi opinión, los avances deben

provenir de la redefinición y la reorientación del concepto de trabajo práctico y de una mejor adaptación de la actividad al objetivo marcado" (Hodson, D.).

Las tecnologías son más que meras herramientas, constituyen un entorno o área de expansión en el que pasan de ser soporte a dar cuenta de sus posibilidades de utilización. En la etapa de familiarización con el mundo natural, el trabajo de banco con diferentes tecnologías resulta esencial. Puede que quizá sea el único modo de experimentar directamente muchos de los fenómenos y hechos que aborda la ciencia. Es lo que Woolnough y Allsop (1985) llaman "acostumbrarse a los fenómenos" y White (1991) describe como desarrollar "conocimiento episódico" o "recopilaciones de eventos". Además, si se estimula el desarrollo y la intensificación conceptuales animando a los estudiantes a que exploren, elaboren y supervisen sus ideas existentes comparándolas con las aportadas por la experiencia –la experiencia "real" y la experiencia artificial del experimento científico–, entonces podemos afirmar que el trabajo de laboratorio y las investigaciones en el terreno con la utilización de tecnología educativa tienen un importante papel que desempeñar, pero sólo cuando tales actividades tengan una base teórica y sean bien entendidas por el estudiante (Hodson, D.).

También se pueden entender a las tecnologías como herramientas que ponen a disposición de los estudiantes contenidos que resultan inaccesibles en la clase del docente y en sus exposiciones. Los estudiantes representan sujetos del conocimiento que necesitan tener a su disposición ofertas variadas para favorecer el proceso de formación que mejor se adapte a sus necesidades, sus intereses o sus posibilidades. Las tecnologías pueden poner a su disposición múltiples opciones.

Es así como vemos imbricadas siempre las posibilidades y las funciones que brinda la tecnología con las disposiciones y las tareas que desarrollan los docentes. Para algunos, su uso mejora las condiciones para que se produzca el aprendizaje, y para otros, las empobrece (Litwin, 2005).

En los estudios didácticos se reconoce una tríada, conformada por el docente, los estudiantes y el contenido, en torno de la que es posible identificar una serie de vínculos y entretejidos que dan cuenta de la manera en que se construye el conocimiento. En esa misma tríada podríamos identificar usos diferentes de las tecnologías, según el lugar que se le asigne al docente, según la concepción del sujeto de aprendizaje que se asuma y según el sentido con el que se entiende el contenido en la enseñanza. Las tecnologías pasan a desempeñar un papel preponderante en esta tríada, en tanto aseguran la provisión de información actualizada (Litwin, 2005).

Existen múltiples factores que intervienen en el proceso de selección de contenidos, tales como marco ideológico, aspectos epistemológicos y valorativos y cuestiones referidas a los sujetos de aprendizaje (Gurevich, 1998). Los conceptos son construcciones históricas y, por lo tanto, cambiantes. Esto significa que como el mundo cambia, las formas de conocerlo e interpretarlo también lo hacen. Sin embargo, puede suceder que continúen empleándose viejos esquemas de significado para nombrar objetos y realidades nuevas.

Los contenidos seleccionados para el proyecto que se describe, son producto de una cuidadosa selección en base a posibilidades de interdisciplinariedad y una generalidad que permite un amplio abanico de posibilidades que respondan a los intereses e inquietudes de los estudiantes. En este sentido, los contenidos abordados van desde la Oceanografía Física y la Climatología hasta problemáticas medio ambientales. Estos

grandes bloques temáticos involucran procesos y fenómenos físicos, químicos y biológicos.

Metodología

Este proyecto se nuclea alrededor de los siguientes módulos disponibles en la página web del programa 2Mp:

- Aspectos Generales y Conceptos Básicos en Oceanografía Física
- Condiciones Ambientales en Argentina. Una mirada satelital.
- Emergencias ambientales

Las actividades se organizan en tres bloques, en los cuales se vinculan los tres módulos mencionados anteriormente.

Bloque I:

El primer bloque consta con una breve introducción acerca del uso del software, las imágenes satelitales y del módulo que se está por explorar.

Para realizar este estudio, se propone un análisis a partir de las imágenes satelitales, en desarrollo de coberturas y las animaciones complementadas con fotografías y textos explicativos del módulo "Aspectos Generales y Conceptos Básicos en Oceanografía Física" del programa 2Mp. En esta instancia, se trabaja con conceptos como energía eólica, energía solar,

energía mareomotriz, principios y procesos de la termodinámica, intercambios y transporte de energía.

Bloque II

En esta instancia se explora el módulo "Condiciones Ambientales en Argentina. Una mirada satelital". Las condiciones y fenómenos estudiados en el bloque anterior tienen una influencia directa en las condiciones ambientales naturales de nuestro país. Todos los subsistemas climáticos están acoplados y existe un intercambio constante de materia y energía.

Se estudian los aspectos físico-climáticos de los ambientes del país y su clasificación. Por otro lado, se analiza la influencia de las actividades humanas en la modificación de las características de estos ambientes. Para ello, se propone también trabajar con imágenes satelitales, coberturas mapas, fotografías y textos explicativos.

Bloque III

Finalmente, una vez conocidas las relaciones entre sistemas climáticos y su influencia en los ambientes de nuestro país, se propone estudiar casos particulares de emergencias ambientales. También utilizando fuentes de información similares a los casos anteriores. Las emergencias ambientales suelen provocar variaciones locales, regionales o globales de características ambientales. A continuación, se ofrece a los estudiantes una serie de actividades en base a las propuestas en el módulo "Emergencias Ambientales del programa 2Mp".

Luego de explorar los módulos y bloques temáticos, los estudiantes desarrollan sus trabajos en función de consignas dadas para cada uno de ellos y presentan sus trabajos frente a la clase en grupos.

Resultados y Discusión

La propuesta explicitada en el apartado Metodología fue desarrollada con un curso de 4º año del secundario en el contexto de la materia Introducción a la Física de la modalidad Naturales. Los estudiantes no tuvieron dificultades a la hora de explorar y manejar el software y demostraron una notable compresión de los contenidos de la materia al relacionarlos con las temáticas de la propuesta y al aplicarlos constantemente durante el desarrollo del proyecto.

El grupo de estudiantes se dividió en equipos de trabajo que demostraron un alto nivel de compromiso a lo largo de los encuentros que se dieron durante casi todo el año escolar. Finalmente, cada equipo expuso al resto sus producciones.

A continuación se detallan algunos resultados preponderantes del presente proyecto con una selección de visualizaciones y desarrollos provenientes de los trabajos finales realizados y presentados por los estudiantes y sus implicancias conceptuales discutidas en clase.

BLOQUE I

El Mosaico Satelital con Batimetría permite observar las características del relieve oceánico. Tal como ocurre en los continentes, el suelo marino no es uniforme: cuenta con

planicies, montañas, valles, volcanes y depresiones, entre otras formaciones (ver figura 1).

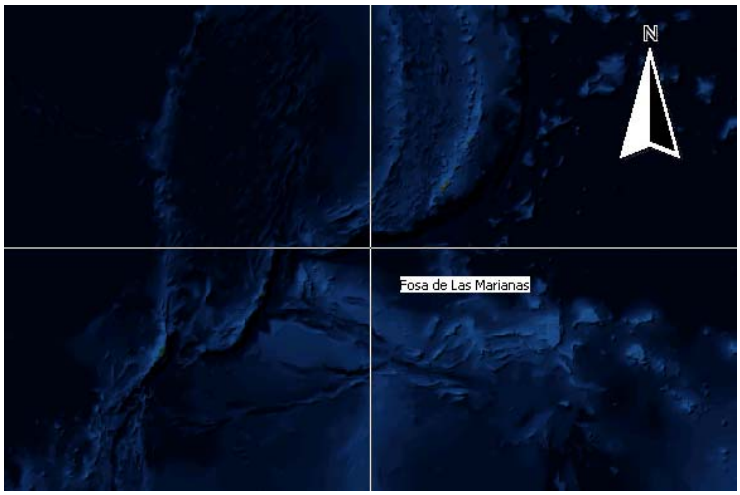


Figura 1. Visualización de imagen satelital con batimetríacentrada en el Foso de Las Marianas

Además de la batimetría, otros rasgos característicos del océano son variables.

Los diversos instrumentos a bordo de misiones satelitales permiten medir algunos aspectos físico químicos y generar mapas que faciliten el análisis de esta información a fin de comprender los procesos y fenómenos que tienen lugar en el océano.

Se puede observar una correlación importante entre salinidad y evaporación en dos regiones del Océano Atlántico (ver figura 2).

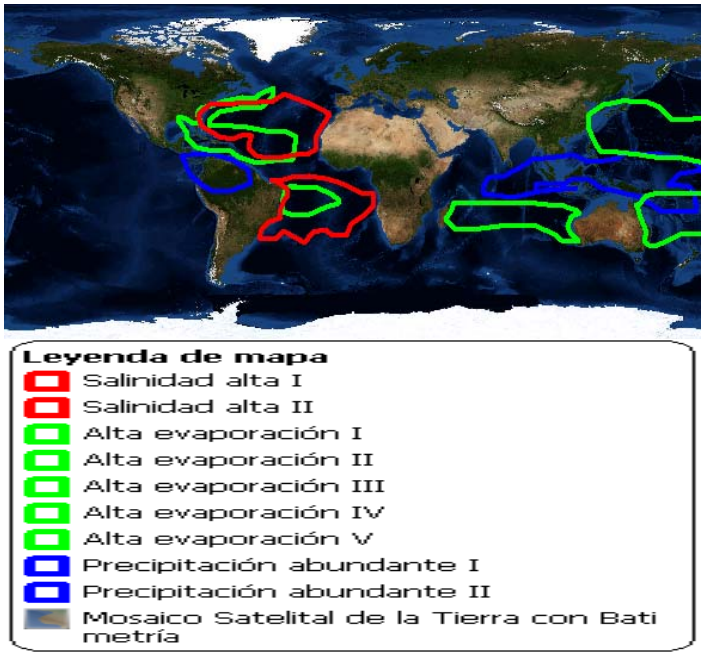


Figura 2. Visualización de imagen satelital con batimetría con regiones marcadas de alta salinidad, precipitación abundante y alta evaporación

BLOQUE II

La presencia de una fuerte anomalía térmica positiva en el Océano Atlántico determina que el Anticiclón de las Costas del Brasil haya migrado muy al Sur de su posición normal generando una fuerte entrada de aire cálido y húmedo dentro del continente, provocando precipitaciones y temperaturas por encima de lo normal en la Región Pampeana y Noreste Argentinos (ver figura 3).

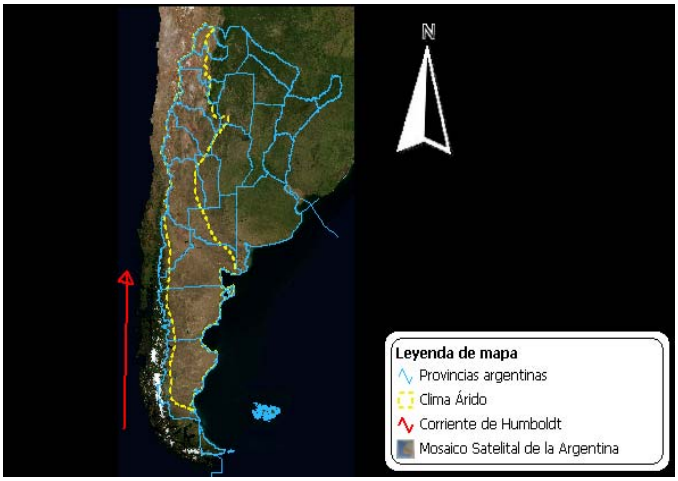


Figura 3. Visualización de Argentina marcando la región de clima árido y la corriente de Humboldt

Esto implica un corrimiento de las isoyetas en nuestro país.

Esta situación presenta el riesgo de que los prolongados lapsos con registros térmicos superiores a la media sean compensados por cortas pero intensas irrupciones de aire polar con peligro de heladas tardías (ver figura 4).



Figura 4. Visualización de la Argentina con los climas afectados por el anticiclón y con isoyetas de 500mm

Llama la atención la notable persistencia de esta situación, cuya prolongación estaría relacionada con el desarrollo de una anomalía térmica positiva en la porción central del Océano Pacífico, fenómeno que podría equipararse a un episodio de "El Niño" de moderada a leve intensidad.

En la Región Pampeana, a los factores mencionados en el párrafo anterior se unen los efectos de la evaporación proveniente de las amplias áreas con excesos y anegamientos que cubren gran parte de su superficie, intensificando las precipitaciones. Es probable que este mecanismo continúe durante la mayor parte de la campaña en curso, ya que se necesitaría un prolongado lapso seco y cálido para que los excedentes hídricos desaparezcan. Aunque la pausa en las lluvias que suele tener lugar durante enero atenúe la influencia de los excesos, los mismos serán reactivados por las lluvias otoñales.

BLOQUE III

Hay numerosas compañías de seguros que ofrecen coberturas contra los riesgos que pueden causar los desastres naturales. Para evaluar y calcular los daños, las imágenes satelitales son una de las principales fuentes de información que se usan (ver figura 5).

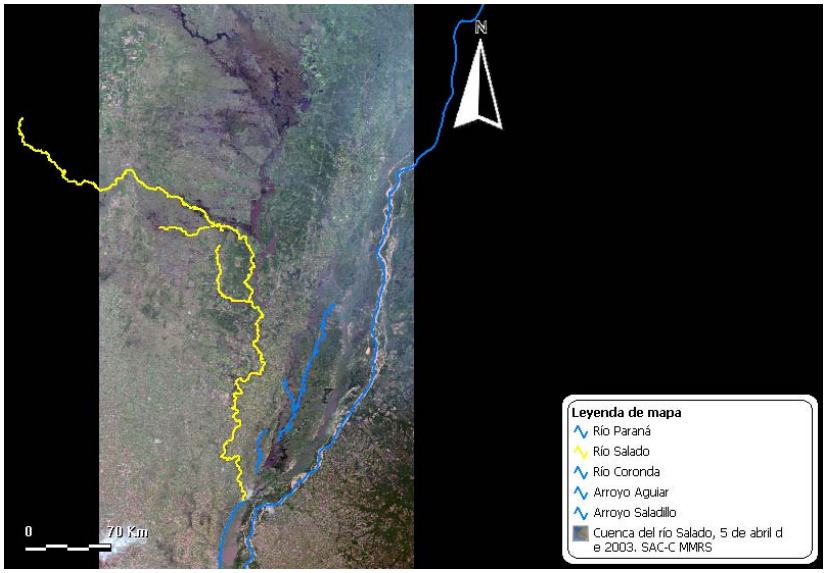


Figura 5. Visualización con el desborde del Río Salado

Este tipo de coberturas con imágenes satelitales permite calcular el daño ocasionado por inundaciones en diferentes campos y parcelas destinadas a la agricultura (ver figura 6).

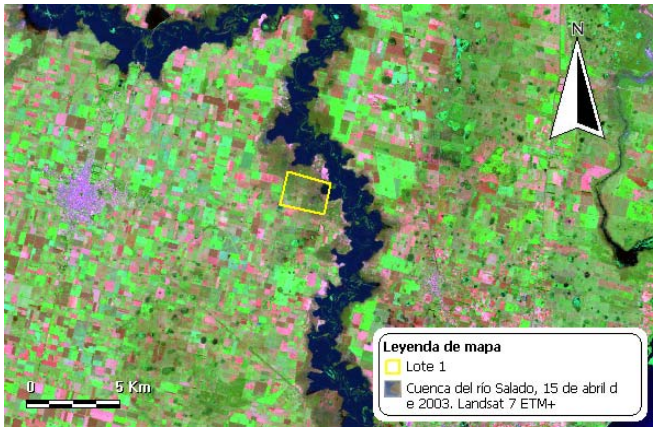


Figura 6. Visualización de un lote afectado por la inundación

Conclusiones

El sistema climático global es muy complejo y posee una cantidad de variables inmanejable. Para comprender las características ambientales de las regiones continentales, es necesario conocer las variables físicas y cómo interactúan los subsistemas climáticos.

Con el bloque I se logró que los estudiantes comprendan que la atmósfera, los océanos y los continentes se encuentran acoplados y son sistemas que poseen un continuo intercambio de materia y energía entre sí. Estas variables en este supersistema se traducen en los diferentes ambientes de, por ejemplo, la Argentina. Con el bloque II, se pudieron explorar los diferentes ambientes de nuestro país. En particular, se logró relacionar esto con lo visto en el bloque anterior y se pudo hallar una relación entre las diferentes unidades geológicas, fitogeográficas y climáticas de nuestro país. En el bloque III, se exploraron diferentes fenómenos que rompen el equilibrio de estos ambientes.

Este tipo de recursos, el software y los módulos del programa 2Mp, resultan muy útiles a la hora de visualizar los fenómenos. Los jóvenes estudiantes de hoy poseen una afinidad especial con la tecnología, por lo cual esta propuesta les permite participar activamente y no poseen mayores problemas para hacerlo. Además, las imágenes satelitales siempre resultan atractivas y los chicos se entusiasman al ver que pueden navegar por ellas o crear coberturas para modelizar cierto fenómeno, situación u objeto que de otra manera sería muy difícil de visualizar.

La oferta temática con módulos del programa 2Mp es muy amplia y la cantidad de visualizaciones y coberturas que se pueden aplicar a las imágenes satelitales disponibles es realmente infinita encontrándose el límite sólo en la imaginación del usuario. Es por esto que este trabajo ha permitido poner en evidencia solo una parte del potencial que posee esta herramienta en la educación.

Bibliografía

Ahrens, C., 2004. *Essentials of Meteorology*. Brooks Cole

Comisión Nacional de Actividades Espaciales. Software de procesamiento de imágenes SoPI v1.93.2

Comisión Nacional de Actividades Espaciales. *Software Programa 2Mp.*

Comisión Nacional de Actividades Espaciales. *Módulos temáticos Programa 2Mp.*

Dentoni, M., 1996. *La atmósfera y los incendios*. Plan Nacional del Manejo del Fuego. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollos Sustentables

Gurevich, R., 1998. *"Conceptos y problemas en geografía. Herramientas básicas para una propuesta educativa"*, en B. Aisemberg y S. Alderoqui (comps.), *Didácticas de las ciencias sociales II. Teorías con prácticas,* Buenos Aires, Paidós.

Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de Laboratorio*, en Enseñanza de las ciencias, 12 (3), 299 – 313.

Litwin, E., 2005. *Tecnologías educativas en tiempos de Internet* (comp.) Buenos Aires: Amorrortu. Compiladora de la publicación y autora de la presentación y del capítulo: *"La tecnología educativa en el debate didáctico contemporáneo"*.

Peixoto, J., 1992. *Physics of climate.* API. Nueva York.

White, R. T., 1991. *Episodes and the purpose and conduct of practical work*, en Woolnough, B. E. (ed.). Practical Science. (Open University Press: Milton Keynes).

Woolnough, B. y Allsop, T., 1985. *Practical work in Science.* (Cambridge University Press: Cambridge).

Una Propuesta Innovadora, para acercar al Estudiante a la Investigación Científica, en Entornos Naturales

Álvarez, Cristina Eugenia[(1)]*;*
Maldonado, Héctor Francisco[(2)]

1: Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
Cealvarez12@yahoo.com.ar

2: Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
hectoralamino@gmail.com

Resumen

En este trabajo continuamos nuestras investigaciones en las búsquedas de estrategias de enseñanza que promuevan aprendizajes y actitudes científicas en estudiantes de Ciencias Biológicas.

La investigación se centra en el trabajo experimental en entorno naturales (miniproyectos) con la modalidad de problema, que representa situaciones novedosas e innovadoras que permitan a los estudiantes apropiarse de conceptos básicos, así como de métodos apropiados que favorezcan razonamientos,

argumentación, uso de la información científica y otros proceso requeridos en la actividad científica.

Palabras clave: Miniproyecto; Problemas; Entorno natural; Trabajo experimental.

Introducción

Este trabajo se lleva a cabo como parte de un proyecto de investigación, con la finalidad de superar dificultades en los aprendizajes de los alumnos, que cursan el ciclo básico universitario de las carreras de Ciencias- Biológicas (licenciatura y profesorado) y, como forma de acercarlos a la investigación científica.

La investigación se focaliza en el análisis del trabajo experimental en entornos naturales, como práctica que modifica la eficacia de las interacciones de los estudiantes y la posibilidad de generar aprendizajes transferibles a otros ámbitos relacionados a su formación profesional.

Nuestra experiencia de muchos años de docentes universitarios nos ha llevado a concluir que el trabajo en grupo pequeño y moderado por un docente facilita el aprendizaje entre alumnos con conocimientos previos heterogéneos; la cooperación entre ellos favorece la contrastación de ideas y puntos de vistas diferentes. Según Pozo (2006) este tipo de cooperación promueve mejores resultados cuando se procura fomentar un aprendizaje significativo en los estudiantes a partir de situaciones concebidas como problemas (Cudmani L.,1998).

Los estudiantes pueden apoyarse unos a otros porque su zona de desarrollo próximo se solapa entre sí. Se entiende por

zona de desarrollo propio al concepto elaborado por Vygotskty referido a "La distancia entre el nivel real de desarrollo determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de resolución de un problema bajo la guía de un adulto y la colaboración de un compañero más capaz" (Álvarez, A. del Río, P. 1995).

La realización de experiencias es uno de los elementos esenciales para plantear la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, mediante los procedimientos adecuados, estas experiencias están orientadas a simular, reproducir y/o aplicar los conceptos que los alumnos adquirieron en el aula; con el propósito que ellos logren aprendizajes significativos (García Carmona, A. 2011), especialmente cuando las experiencias se realizan en un ambiente natural.

Las actividades propuestas se desarrollan en entornos naturales con el propósito que el alumno aplique en la práctica los conocimientos adquiridos sobre mecánica de fluidos, en el aula.

Marco Teórico

En relación con el conocimiento científico, el modelo que proponemos reconoce una estructura interna (a la lógica de los contenidos), en donde se identifica claramente problemas de orden científico y se pretende que éstos sean un soporte fundamental para la secuenciación de los contenidos a ser enseñados a los estudiantes.

Existen dos aspectos fundamentales que identifican claramente el modelo:

- **La postura constructivista en la construcción del conocimiento.**
- **La aplicación de problemas para la enseñanza de las ciencias.**

Estos aspectos son importantes porque facilitan el acercamiento del estudiante a situaciones un poco semejantes a la de los científicos, pero desde una perspectiva de la ciencia como actividad de seres humanos afectados por el contexto en el cual viven, por la historia y el momento que atraviesan y que influye inevitablemente en el proceso de construcción de la ciencia.

Desde este enfoque, el alumno es un ser activo, con conocimientos previos, un sujeto que puede plantear sus posturas frente a la información que está abordando y, sobre todo, que él mismo va construyendo desde el desarrollo de procesos investigativos (utilizados como pretexto para dar solución a los problemas planteados por el docente) y mucho más estructurados y que pueden dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el estudiante.

En cuanto al docente**,** debe plantear problemas representativos, con sentido y significado para el alumno, reconocer que la ciencia que transita el aula, está relacionada con los conocimientos previos del estudiante; por tanto, el contenido de las situaciones problemáticas debe reconocer la imperiosa necesidad de acercamiento al contexto inmediato al estudiante, y a su entorno, para mostrar que los conocimientos pueden tener una significación importante y que son susceptibles de ser abordados a partir de sus propias experiencias y vivencias.

Las estrategias que utilizamosnos permitieron un tratamiento flexible del conocimiento, en un entorno natural y adecuado para el educando, el reconocimiento de factores motivacionales, comunicativos, cognitivos y sociales, los cuales conforman una red imposible de desagregar y, por consiguiente, indispensables a la hora de analizar las actitudes del estudiante frente a la ciencia.

Cabe señalar, que en esta propuesta se considera el problema (la esencia del mismo) como **"una situación incierta que provoca en los estudiantes una conducta (resolución del problema) tendiente a hallar la solución (resultado) y reducir de esta forma la tensión inherente a dicha incertidumbre"** (Perales Palacios, 2OOO).

Desde este punto de vista este modelo les permite a los estudiantes

- Diagnosticar ideas y construir nuevos conocimientos.
- Adquirir habilidades de dominio cognitivo y procedimentales.
- Promover actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos del conocimiento científico y cotidiano.

Desde nuestro punto de vista, este modelo orienta a un verdadero razonamiento, reflexión y crítica del conocimiento que pretendemos comunicar a los alumnos; esto, con el fin de facilitar un mejor y mayor desarrollo de habilidades cognitivas y de actitudes hacia la ciencia.

Nos proponemos:

- ✓ Favorecer formación de actitudes y valores, y en general, el desarrollo integral del alumno a partir de la *comprensión y búsqueda de solución a problemas en los entornos en los que se desempeña*.
- ✓ Desarrollar estrategias metodológicas que permitan al alumno apropiarse tanto de conceptos científicos básicos como de *métodos apropiados,* que implican razonamiento, argumentación, experimentación, comunicación, utilización de información científica y otros procesos requeridos en la actividad científica.
- ✓ Promover la reconstrucción progresiva de conceptos científicos y la apropiación del lenguaje de la ciencia y la tecnología que ello implica, a partir de ideas y experiencias que ya poseen los alumnos (Ruiz Ortega, 2007).

Es importante precisar la manera cómo se presenta el modelo, pues se pretende expresar, una concepción de ciencia dinámica, influenciada por el contexto del sujeto que la construye, un educando activo y promotor de su propio aprendizaje, en quien se valora y reconoce sus conocimientos previos, motivaciones y expectativas frente a la ciencia y, a un docente que promueve un espacio donde el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia es significativo, permanente y dinámico.

Metodología

La metodología de investigación que usamos en esta propuesta es "un estudio de caso genérico, en el que se hacen

descripciones intensivas, interpretaciones y análisis de situaciones en un sistema limitado" (Pocovi, M.C. y Hoyos, E. 2007). En la recolección de datos recurrimos a la realización de registros a través de notas de campo y filmaciones. Enfocamos nuestro indagación en alumnos que cursan segundo año de Ciencias Biológicas (Licenciatura y Profesorado); seleccionados por su interés en aplicar los conceptos teóricos en "miniproyectos" experimentales en entornos naturales.

Entendemos por miniproyectos "pequeñas tareas que representen situaciones novedosa para los alumnos, dentro de las cuales ellos deben obtener resultados prácticos por medio de la experimentación" (Ruiz Ortega, Francisco J. 2000)

Con esta metodología, nos proponemos entre otros aspectos:

- ✓ Promover el desarrollo de un pensamiento independiente en el educando, al aprovechar y hacer significativa la experiencia del sujeto en el desarrollo de procedimientos que parten de la cotidianidad del estudiante;
- ✓ valorar el componente actitudinal y el interés del estudiante como elementos que potencien su actitud hacia el aprendizaje de las ciencias.

Les proponemos a los alumnos, como miniproyectos determinar el caudal de un rio, por dos métodos diferentes:

- Método del Flotador
- Método de Vertedero

Ambos métodos son adaptaciones de otra disciplina (Hidrogeología), empleadas para medir magnitudes físicas como

el caudal, velocidad de arrastre, etc. La implementación de esta estrategia metodológica permitiría cambios significativos en las formas de:

- planificar sus actividades.
- razonar una situación concreta.
- Resolver los inconvenientes que se presentan durante el desarrollo del miniproyecto.
- Usar los modelos teóricos, en las prácticas experimentales.

El método del flotador consiste en medir la velocidad del río entre dos puntos (aforos) cuya distancia es conocida, y el área en cada uno de esas secciones. El punto de aforo se elige teniendo en cuentas las características del caudal; para ellos se busca sectores del río con pocas irregularidades evitando el cambio brusco en el modo en que fluye el agua y que el lecho sea más o menos uniforme de manera que, podamos seleccionar como magnitudes medibles la rapidez y el área transversal del cauce del río.

De esta manera, y determinando los valores de velocidad y sección transversal del lecho del rio, podemos medir la cantidad de agua que pasa por unidad de tiempo por una determinada sección transversal del rio, mediante la ecuación



Fig. 1. Método del Flotador

$$Q_m = A_t . V_m \qquad (1)$$

Donde

A_t Es el área transversal del cauce del río; (m^2)

V_m Velocidad media (m/s)

Método de vertedero

El método consiste en realizar un estrechamiento del cauce del río con la finalidad que pase por este punto el mayor volumen de agua. Para esto, lo estudiantes eligen un sector del rio donde la sección transversal es estrecha, de manera que le permita construir un dique pequeño con piedra y colocar en el centro del mismo un tubo cilíndrico de longitud y sección transversal conocida.

Este procedimiento le permite encausar el río para que pase por este conducto la mayor cantidad de agua (volumen)de manera, que puedan medir el volumen de agua que sale del

extremo libre del conducto en un minuto, determinando así el caudal del rio.



Fig. 2. Método de Vertedero

$$Q = V/\Delta t \qquad (2)$$

Donde

V; Volumen de agua (m^3)

Δt; el intervalo de tiempo que midieron el volumen **V** (segundos)

Este miniproyecto se realizó en el rio Tipa de la localidad de San Pedro de Colalao, Departamento Tranca, Tucumán.

Resultados y Discusiones

A partir de los análisis de los registros que realizamos con notas de campos, filmaciones y debates con los estudiantes, detectamos durante el desarrollo del proyecto las siguientes fortalezas y debilidades:

Fortaleza	Debilidades
Participación activa de los estudiantes que se generó en forma gradual.	Dificultades por parte de algunos estudiantes, para aplicar los conocimientos adquiridos en el aula en la actividad propuesta.
Habilidad para superar dificultades propias de la experiencia en el lugar seleccionado para realizar el miniproyecto.	Distintos ritmo para adquirir las competencias necesarias para superar obstáculos procedimentales
El intercambio de ideas entre los alumnos, respeto a la elección de los sectores donde se realizarían las mediciones.	Las irregularidades del cauce del río.
Capacidad para diseñar los recursos materiales para realizar las mediciones.	Inconveniente para seleccionar los materiales apropiados para realizar las experiencias.
Selección del modelo conceptual adecuado, pertinente a la situación problema.	Dificultad para seleccionar el modelo más apropiado.
Habilidad para planificar las tareas y ejecutarlas.	Actitudes y aptitudes heterogéneas para la ejecución de las tareas en el grupo.

Es importante señalar que inicialmente las expectativas respeto del proyecto no son las mismas para todos los estudiantes; ya que para ellos como para los docentes de la disciplina Física Biológica, es una práctica innovadora. Estas

actividades experimentales (salida de campo) no se realizaron con anterioridad.

A partir de la discusión previa a la realización de la experiencia entre docentes y estudiantes, estos últimos diseñaron y construyeron los elementos que emplearon en las mediciones, aspecto altamente positivo como Fortaleza. Así mismo destacamos que los estudiantes inicialmente evidenciaron dificultades en la transferencia e integración de la teoría con la práctica; como en la selección del modelo más adecuado, dificultades que los alumnos superaron progresivamente en la realización del miniproyecto o instancias posteriores con ayuda del docente que fue graduando su apoyo según los requerimiento o necesidades de los participantes en la experiencia.

Respeto a las fortalezas señaladas y que tienen relación con los objetivos que esperábamos alcanzar con esta propuesta, que los alumnos planifiquen sus actividades, razonen sobre situaciones concretas, resuelvan inconvenientes que se les presentan durante el desarrollo de una actividad en particular, identifiquen modelos y los apliquen en casos concretos; consideramos los resultados obtenidos como positivos, aún cuando algunos estudiantes manifestaron dificultades para alcanzar el nivel de concreción esperado.

Conclusiones

A la luz de las fortalezas y dificultades visualizadas en el desarrollo de trabajo experimental, podemos concluir que la realización del miniproyecto ha satisfecho nuestras expectativas iniciales.

Desde nuestra perspectiva esta forma de abordar los problemas es aplicable a otras áreas del conocimiento científico, así como a otros niveles de educación formal de los alumnos, porque consideramos que nos permite diagnosticar ideas y construir nuevos conocimientos; adquirir habilidades de rango cognitivo, promover actitudes positivas hacia la ciencia, acercar los ámbitos del conocimiento científico y cotidiano así como evaluar el conocimiento científico del alumno.

Bibliografía

Alvarez, A. del Río, P. (1995).*Educación y desarrollo: La teoría de Vygotsky y la zona de desarrollo próximo*. En Coll C. Palacio, J. M y Marchesi, A (compiladores) (2000). Psicología de la Educación II: Desarrollo psicológico y educación. Madrid: Editorial Alianza, pp. 93-118

Cudmani, L. (1998). La resolución de problemas en el aula. *Revista Brasileira de Ensino en Física*, 20 (1), pp. 75-85.

Garcia Carmona, A. (2011). *Análisis Comparativo Transnacional de la comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología en los países participantes en los proyectos PIEARCTS. Ciencias, Tecnología y Sociedad en Iberoamerica: Una Evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de Ciencia y Tecnología*. Madrid, pp 39-53.

Pocoví, M.C. y Hoyos, E. (2007). *Corriente de Desplazamiento: Su presentación en libro de texto de nivel universitario básico*. Argentina, San Luis, Memoria REF XV pp 10

Perales Palacios, F. J. (2000). *Resolución de Problema*. España: Editorial Sintesis.

Pozo, I.y Gomez Crespo, M.G. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Editorial Morata.

Ruiz Ortega, F.J. (2007).*Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales*. latinoam.estud.educación, Manizales (Colombia), 3 (2): 41 – 60.

Un Viaje con Energía

Castillo, Eduardo; Lázaro, Eduardo; Baldo, Héctor

Escuela Industrial Superior, anexa a la Facultad de Ingeniería Química
de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe. Argentina.
edurros@yahoo.com.ar, elazaro@arnet.com.ar

Resumen

El presente trabajo se encuadra dentro de una estrategia didáctica del departamento de física que incluye un viaje de estudio. Bajo el tema central Energía, los alumnos de 3er año de la Escuela Industrial Superior de Santa Fe, se dividen en grupos a los cuales se designa la realización y presentación multimedia y maquetas de proyectos sobre determinadas formas de energía. Al finalizar las presentaciones y evaluaciones de todos los proyectos se realiza un viaje de estudio con todos los alumnos (210 aprox.) y docentes del departamento de física hacia una usina generadora de energía eléctrica Argentina o binacional, preferentemente una central hidroeléctrica o nuclear.

Palabras Clave: Energía; Viaje de estudio; Central energética; Proyecto integrado energías.

Introducción

La energía es desde nuestro punto de vista uno de los temas que se considera parte de las bases de la física moderna y tema central en la enseñanza de la física en escuelas de nivel medio.

Por esta razón creemos que el ámbito educativo secundario técnico (como lo es nuestro caso) es propicio para abordar todos los contenidos relevantes que encierra el tema de la energía como recurso y su aprovechamiento teniendo en cuenta que este nivel de escolaridad cuenta con alumnos que manejan conceptos físicos y además tienen ya un poder de análisis crítico.

Además de lo mencionado estamos convencidos que el estudio de los tipos de energías contribuye a la construcción del conocimiento científico y sus impactos ambientales y sociales.

La propuesta concreta es que los alumnos desarrollen un proyecto integrado a un viaje de estudio acerca de un determinado tipo de energía como cierre del dictado bianual de las materias Física I y Física II.

Cada proyecto se corresponde con un recurso energético específico y es evaluado en su contenido, presentación escrita y multimedia y exposición oral.

Como cierre de estos proyectos la escuela a través del departamento de física organiza un viaje de estudio, con la totalidad de los alumnos del tercer año, a una central energética Argentina o binacional.

Marco Teórico

Las materias Física I y Física II en nuestra escuela están diseñadas para cubrir la mayor cantidad posible de contenidos necesarios para una formación en física acorde a los fines de la alfabetización científica para esta etapa de la escolaridad con la premisa de poder presentarles a los estudiantes un panorama de la física actual, sus aplicaciones a campos diversos, y algunas de sus vinculaciones con la tecnología cotidiana.

El eje curricular que se trabaja en el presente proyecto es la Energía en el mundo cotidiano y en el universo físico. La conceptualización de los tipos y su clasificación, transformaciones y transferencias energéticas como así también la conservación y degradación de la misma.

La idea innovadora y central como marco teórico para esta propuesta se basa en la integración de la alfabetización científica como pilar enlazada a procesos de aprendizajes significativos y a la metodología deinvestigación dirigida y aplicada a una experiencia de campo a través de un proyecto sobre energía integrado a un viaje de estudio.

Fundamentación teórica de los tres pilares a integrar:

1. Alfabetización Científica:

Entendemos que la alfabetización científica constituye una idea que surge y refuerza la alfabetización tradicional, pensada como una estrategia orientada a lograr que la población adquiera cierto nivel de conocimientos de ciencia y saberes acerca de la ciencia que le permitan participar y fundamentar sus

decisiones con respecto a temas científico-tecnológicos que afecten a la sociedad en su conjunto.

Creemos y esperamos que la alfabetización científica en este nivel apunte a que el alumnado sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar la propia sociedad, y que no todo está determinado desde un punto de vista biológico, económico o tecnológico.

En palabras de Berta (2004), "Formar ciudadanos científicamente […] no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo– sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio-políticos".

La alfabetización científica dentro del marco teórico de este proyecto consiste no sólo en que el alumno pueda conocer conceptos y teorías de las diferentes formas de energía, sino también en entender a la ciencia y su rol como actividad humana en la que las personas se involucran, dudan y desconfían de lo que parece obvio, formulan conjeturas, confrontan ideas y buscan consensos, elaboran modelos explicativos que contrastan empíricamente, avanzan, pero también vuelven sobre sus pasos y revisan críticamente sus convicciones.

En tal sentido un alumno científicamente alfabetizado, podrá interiorizarse sobre la forma en que se construyen los conocimientos que producen los científicos, para resolver problemas y/o cubrir necesidades que demanda la sociedad, y que difieren de otras formas de conocimiento. También, los

alumnos estarán en condiciones de ubicar las producciones científicas y tecnológicas relacionadas a la energía en el contexto histórico y cultural en que se producen, a partir de tomar conciencia de que la ciencia no es ajena a los intereses y conflictos que vive la sociedad.

Como opinan Gil Pérez y Vilches (2006) "La mejor formación científica inicial que puede recibirun futuro científico coincide con la orientación que se dé a la alfabetización científica delconjunto de la ciudadanía […] ya quedicha alfabetización exige, precisamente, la inmersión de los estudiantes en una cultura científica".

2. Aprendizaje Significativo:

En el aprendizaje significativo los nuevos conocimientos se sujetan en los anteriores y esta relación entre lo viejo y lo nuevo, lo conocido y lo que no lo es hasta ese momento, se convierte en la base a partir de la cual el alumnoconstruye el nuevo nivel de conocimiento. El aprendizaje significativo asegura al alumno enlazar cuanto sabe e intenta saber, de modo que el conocimiento forma parte de un todo, no se encuentra aislado, no se agarra con pinzas, tiene fuerza, forma parte de la experiencia e incluso llega a formar parte de la personalidad.

Según Ausubel (1983), "ni todo el aprendizaje receptivo es forzosamente memorístico, ni todo el aprendizaje por descubrimiento es necesariamente significativo. Lo importante no es que el aprendizaje sea receptivo o sea por descubrimiento, sino que sea memorístico o sea significativo". Y nosotros estamos convencidos que para este proyecto y los objetivos y contenidos que abarca descartamos el aprendizaje memorístico.

3. Investigación dirigida:

En relación al aprendizaje a partir de procesos de investigación Como señala Gil (1994), "el cambio conceptual adquiere ahora un carácter *instrumental* y deja de ser un objetivo en sí mismo: la investigación no se plantea para conseguir el cambio conceptual, sino para resolver un problema de interés", y tal como recomienda el autor citado estos procesos tienen sus mejores frutos aplicados en la educación secundaria.

Por otro lado, como se menciona en el Diseño Curricular de la educación secundaria de la Dirección General de Cultura y Educación (DGCyE) de La Plata (2009):"Al encarar investigaciones –tanto bibliográficas como experimentales– se haránecesario enfrentar los usos del lenguaje en los textos que sean abordados y en laredacción de informes de las experiencias, del mismo modo al dar una definición,formular una hipótesis o argumentar se dan oportunidades claras de ejercitar las prácticasde lenguaje y su uso en el ámbito de la Física".

Debido a las dificultades que pueden aparecer en esta teoría educativa preferimos que la investigación sea dirigida ya que en ella se presentan estrategias que son perfectamente adaptables al tipo y forma de proyecto que deseamos implementar, entre ellas podemos citar: planteo de situaciones, trabajo grupal y estudio cualitativo, orientación científica (con emisión de hipótesis, elaboración de estrategias y análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de alumnos; Es ésta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, lo cual lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis) y nuevos conocimientos aplicados a nuevas situaciones.

Gil (1994) expresa "Al igual que sucede con otros enfoques innovadores, es posible que los alumnos no estén dispuestos a realizar la inversión de esfuerzo que conlleva un modo de aprender distinto al que generalmente están acostumbrados". Es aquí donde consideramos que el viaje de estudio como cierre del proyecto "Un viaje con Energía" permite reforzar el entusiasmo y dedicación de los alumnos. Premia el esfuerzo y dedicación y genera en los alumnos nuevas expectativas lo cual en su conjunto aporta positivamente a este enfoque.

De esta manera se procura integrar estas didácticas de la ciencia rescatando los aspectos positivos de ellas en función del proyecto planteado y los contenidos curriculares que se pretenden enseñar. De los diversos enfoques didácticos los 3 propuestos como pilares en este trabajo se adecuan según nuestro criterio y experiencia a los objetivos generales y específicos. Creemos además que en el transcurso de los años hemos ido corrigiendo y guiando los enfoques hacia aquellos que han dado y dan los mejores resultados.

Por otro lado,desde un punto de vista institucional, estamos convencidos que una escuela que desea incorporar cambios significativos debe ser repensada de manera integral y debe recuperar actividades y buenas prácticas como lo son definitivamente los proyectos escolares y los viajes de estudio, en nuestro caso integrados, sostenidos por claros objetivos del espacio curricular que corresponda.

Además, el significado social y educativo de un viaje de estudios involucra varios procesos y procedimientos educativos que aportan significativamente al proceso de enseñanza-aprendizaje y conforma una fuerte base para valorar el quehacer humano y natural.

Finalmente, el valor de que los alumnos puedan articular un proyecto grupal integrado a un viaje de estudio bajo un fuerte e innovador marco didáctico conforma un trabajo que involucra a la mayor cantidad posible de actores dentro de la institución educativa en lo organizacional, curricular y social.

Objetivos generales de enseñanza:

- Generar dentro y fuera del aula de Física espacios de colaboración entre pares para favorecer el diálogo sobre los fenómenos naturales y tecnológicos relacionados a la energía y los procesos de expresión científica de los mismos.
- Favorecer el encuentro entre la práctica y la teoría de procesos tecnológicos energéticos y sus recursos.
- Planificar actividades que impliquen investigaciones escolares, que combinen situaciones como: búsquedas bibliográficas, trabajos de laboratorio o salidas de campo, en los que se pongan en juego los contenidos que deberán aprender los estudiantes.
- Diseñar actividades experimentales y salidas de campo con una planificación previa que permita entender y compartir el sentido de las mismas dentro del proceso de aprendizaje.
- Evaluar las actividades con criterios explícitos, concordantes con las tareas propuestas y los objetivos de aprendizaje que se esperan alcanzar.

Objetivos generales de aprendizaje:

- Incorporar la lectura de libros, textos de divulgación científica o escolares relacionados con los contenidos de cada proyecto.
- Trabajar y perfeccionar la capacidad de comunicar, en diversos formatos y géneros discursivos, la interpretación alcanzada.
- Producir material multimedia de ciencia escolar adecuado a los propósitos del proyecto.
- Comunicar a diversos públicos (al grupo, los estudiantes más pequeños, los pares, los padres, la comunidad, etc.) una misma información científica como forma de romper con el uso exclusivo del texto escolar.
- Elaborar hipótesis pertinentes y contrastables sobre todas las variables y sus relaciones en relación a la energía.
- Evaluar los impactos medioambientales y sociales de los usos tecnológicos de la energía y reflexionar críticamente sobre el uso que debe hacerse de los recursos naturales.
- Distinguir la calidad de la información pública disponible sobre asuntos vinculados con la energía.

  De esta base podemos diferenciar y establecer como objetivos específicos del aprendizaje:

- Que el alumno investigue y realice un análisis de la evolución histórica del tipo de energía que se le ha asignado como proyecto.

- Que el alumno estudie y efectúe una conclusión crítica acerca de la importancia de los recursos energéticos y su aprovechamiento.

  Así con estos objetivos se pone de manifiesto la relación existente entre la ciencia y tecnología y la sociedad.

- Que los alumnos conceptualicen las diferentes formas de energía.
- Que los alumnos estudien y analicen las transformaciones y transferencias de la energía.
- Que el alumno encuentre y vivencie el impacto social y ambiental vinculado a recursos renovables o no renovables.

Criterios de evaluación de los proyectos:

Los siguientes criterios serán utilizados para evaluar en qué grado los estudiantes han podido cumplir con este objetivo

- Capacidad para seleccionar los aspectos fundamentales a investigar en forma individual o grupal.
- Diferenciar objetivamente las diferentes formas de energía.
- Buscar y seleccionar fuentes fidedignas de información.
- Formulación de inquietudes o preguntas para luego consultar al docente o en bibliografía.
- Organizar adecuadamente la información obtenida.
- Utilización de formas y medios para la presentación del proyecto.

- Desarrollar de manera crítica las conclusiones del trabajo.
- Evaluar funcionamiento como actividad grupal y el trabajo producido detectando los logros y obstáculos.

Objetivos específicos en relación al viaje de estudio:

- Valorar la importancia social y educativa que encierran los viajes de estudio.
- Facilitar e inducir al alumno hacia un aprendizaje significativo en base a los nuevos conocimientos que adquirirá.
- Afianzar conceptos estudiados durante el proyecto durante la visita a la central energética.
- Reformular y/o afianzar cuestiones inherentes a los proyectos dentro de un ambiente real fuera de las aulas.
- Alentar y favorecer el compañerismo, compromiso cooperativo y compartidoen un ámbito diferente al habitual.
- Aportar significativamente la inclusión y el debate de ideas pudiendo así trascender los límites de un determinado tema o materia.

Metodología

Etapa de desarrollo del proyecto:

Los docentes presentan las pautas y especificaciones que requerirán los proyectos.

Luego se organizan grupos de alumnos por curso y a cada grupo se le asigna uno de los siguientes títulos a abordar:

- Energía Solar.
- Energía Hidroeléctrica.
- Energía Nuclear.
- Energía Eólica.
- Energía Geotérmica.
- Energía Mareomotriz.
- Energía Térmoeléctrica.
- Energía de Biomasa

En esta etapa se presenta a los alumnos las fases de su proyecto en base al autor Caamaño en Enseñar Ciencias (2005):

1- Fase de identificación del tema a abordar: se identifica el tipo de energía a tratar y se conceptualiza, se formulan hipótesis y se definen los caminos a seguir.

2- Fase de planificación de los pasos de la investigación.Se planifica el trabajo y se distribuyen las tareas del grupo para cada tipo de energía: evolución histórica, importancia del recurso, su aprovechamiento, formas de generación, formas utilizables, distribución, potencias y consumos, limitaciones, actualidad mundial

y nacional, datos comparativos, impactos ambiental y social.

3- Fase de interpretación y evaluación: se interpretan los datos obtenidos y su validez y se comparan.

4- Fase de comunicación: se redacta el proyecto con todas las pautas de estructura y organización del informe. Se expone en forma multimedia (presentación de diapositivas y/o videos) y oral a la clase, propiciando debates sobre los temas tratados.

Etapa de presentación y evaluación:

El docente teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente evalúa cada uno de los trabajos grupales sobre el informe escrito y posteriormente realiza una evaluación personalizada de cada alumno durante la exposición multimedia y oral del proyecto.En las exposiciones de cada grupo están presentes los padres de los alumnos que exponen (invitados con antelación de manera oficial desde la escuela), y sus propios compañeros de curso.

Esta fase es para el alumno la fase de comunicación:Se redacta el trabajo y se presenta en forma escrita, oral y multimedia a la clase proponiendo debate. Cada exposición va acompañada de una maqueta donde se sintetiza el modelo de transformación de energía; las mismas deben "funcionar" produciendo la transformación que corresponda (excepto la de energía nuclear obviamente).

Etapa de organización y planificación del viaje:

Se convoca a comienzo del ciclo lectivo a una reunión de padres para informarle acerca de cuestiones relevantes a la materia, su organización, sus lineamientos y además se informa acerca de los viajes de estudio a realizarse en las últimas semanas del ciclo lectivo.

Los docentes del departamento y la dirección de la escuela analizan las posibilidades de destino, estudian las diferentes ofertas de empresas de turismo y se definen las fechas.

Se detecta qué alumnos tienen dificultades para viajar y se busca darles una solución concreta, teniendo como premisa que viaje la totalidad de ellos.

La planificación general se vuelca en el sitio web del departamento para que los padres estén informados acerca de: Empresa de turismo, fechas y horarios de salida y llegada, itinerarios, lugares a visitar, documentación obligatoria, que no se puede hacer o llevar en el viaje y presupuesto del mismo.

Para los alumnos se planifican actividades de campo para que el alumno recabe datos de interés en el lugar, tome fotografías y/o videos, formule preguntas a los guías, verifique los conceptos y procesos estudiados y compare lo que ha logrado conceptualizar en su investigación con lo real. Además generalmente el alumno a partir de este contacto directo se plantea nuevas cuestiones e inquietudes que deben ser analizadas o resueltas.

Resultados

Del proceso enseñanza-aprendizaje:

- Incorporación de la investigación y análisis a través de la lectura científica.
- Producción de textos escolares y material multimedia orientados al lenguaje de la física en base a información científica.
- Perfeccionamiento de la comunicación en diversas formas y formatos y ante diverso público.
- Elaboración de hipótesis sobre todas las variables relacionadas a la energía incluyendo repercusiones ambientales y/o sociales.
- Apreciación a través de experiencias directas, de las aplicaciones de procesos que se hayan constituido en tema concreto de aprendizaje en el aula y en contenidos desarrollados en el proyecto.
- Conceptualización de la energía, sus formas, sus transformaciones, su transferencia y las tecnologías en torno a ella.

De los aspectos sociales y culturales

- Favorecer el intercambio social, cultural y recreativo.
- Reforzar el vínculo familia-escuela.
- Valorar el trabajo en equipo y las técnicas de organización para la realización de todo tipo de proyecto.

- Despertar el interés de los alumnos por conocer diferentes regiones (integrando aspectos geográficos, históricos, económicos, sociales y culturales).
- Conectarse con la naturaleza y el medio, creando una conciencia para sumejor cuidado.
- Crear un clima de convivencia grupal, basado en el afecto, el respeto y la libertad.
- Incentivar una mejor comunicación en el grupo.
- Contribuir a la formación de actitudes positivas hacia la educación permanente.

Fotografías de viajes que son tomadas por alumnos y subidas a una galería de imágenes del sitio web del departamento de física de la escuela.

Central Hidroeléctrica Salto Grande:










E.I.S.
ESCUELA INDUSTRIAL SUPERIOR
Santa Fe - Argentina

Central Nuclear Embalse Río Tercero











Conclusiones

El presente proyecto se lleva a cabo desde el año 1999 y se ha logrado institucionalizarlo, año tras año hasta la actualidad se implementan los proyectos integrados al viaje involucrando directivos, docentes, padres y alumnos en un trabajo conjunto, integral y colaborativo. Los resultados han sido siempre muy positivos. Además, se convirtió en el punto de partida y referencia para que en todos los niveles de la escuela (de 1ºa 6º año) se organice un viaje de estudio.

Nuestra escuela es una institución estatal preuniversitaria (dependiente de la U.N.L.)que tiene como lema "…escuela de puertas abiertas…" refiriéndose a la igualdad de oportunidades para todos los alumnos. Y ésta es una de las tantas formas que tenemos de manifestarlo.

Año a año, los chicos y chicas están esperando con ansias cuando comienza la organización del "trabajo sobre energías" y "el viaje".

Y además hemos logrado el "fundamental" recambio: alumnos y alumnas de 6º año que han pasado por la experiencia, nos acompañan como "tutores" y se suman a ellos egresados y egresadas recientes todos los años.

En lo académico específicamente, es la primera vez que los alumnos se encuentran con la situación de exponer un tema frente a sus pares y a sus padres, lo que hace que la situación sea muy "desafiante e interesante" para ellos.

Finalmente y no menos importante es la predisposición de gran parte del cuerpo docente, preceptores y directivos que nos acompañan con gran entusiasmo tomando este "Viaje con

Energía" como una actividad diferente dentro de su trabajo y valorando la riqueza de compartir con sus alumnos y pares experiencias que son inolvidables… en el mejor de los sentidos.

Bibliografía

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Editorial Trillas.

Caamaño, A. (2005) "Los trabajos prácticos en ciencias", en Caamaño Aureli, de Pro Antonio, Jiménez Aleixandre María Pilar, *Enseñar Ciencias*, Serie Didáctica de las ciencias experimentales (176). Barcelona: Grao.

DGCyE, (2009). "La enseñanza de la Fisicoquímica en la ESB" en *Diseño Curricular para la Educación Secundaria.3º año*. Ciencias Naturales. La Plata: DGCyE.

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006). "Educación, ciudadanía y alfabetización científica: mitos y realidades", en *Revista Iberoamericana de Educación*, OEI, N° 42.

Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 17-32.

Marco, B. (2004). "Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas", en *Cultura y educación*, vol. 16, nº 3.

Uso de Laboratorios Remotos para Prácticas de Fisica Nuclear

Keil, Walter; Chautemps, Adriana

Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

walterkeil@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo se presenta una prueba piloto utilizando laboratorios remotos en las prácticas de Física Nuclear.

Hasta el momento los prácticos se realizaron en forma presencial, pero se consideró la necesidad de hacerlo en forma remota utilizando tecnología de laboratorios remotos.

La tecnología educativa que se va a usar en estos laboratorios corresponde a un diseño efectuado entre el Centro de Educación en Computación de Massachusetts y el Instituto de Tecnología de la Universidad de Queensland, Australia.

Palabras Clave: Laboratorio; Remoto; Radiactivo; Fuentes; Física.

Introducción

La prueba piloto presentada para laboratorios remotos serán utilizados como complemento para la realización de los prácticos de laboratorio relacionados con física nuclear. Una vez validado a través de pruebas que se realicen en las clases presenciales, se avanzará en la segunda etapa que es la realización individual con la conexión de un laboratorio remoto como por ejemplo el citado en la Figura 1 para la realización de las prácticas de física. Con la realización de los laboratorios se complementarán los conocimientos teóricos necesarios para comprender los fenómenos físicos.

Laboratorios remoto se refiere a aquellos que se pueden conectar a Internet, y que son utilizados por las personas en sus actividades prácticas (García y Monferrer, 2009). Se pensó en los laboratorios remotos como una forma de indagar los fenómenos físicos más allá del aula.

En la implementación del uso de los laboratorios remoto se tuvieron en cuenta aspectos de diseño que agregan contenido a las prácticas de laboratorio en forma visual y sonora para fortificar los procesos de instrucción. Se lo considera una manera diferente de transmitir conocimientos aprovechando las nuevas tecnologías y formas de comunicarse, navegar y acceder al conocimiento (Brown, 2006), sobre todo desde lo visual donde se pueden representar gráficamente los fenómenos físicos, darles forma, color, movimiento para ayudar a la comprensión y extender los procesos cognitivos.

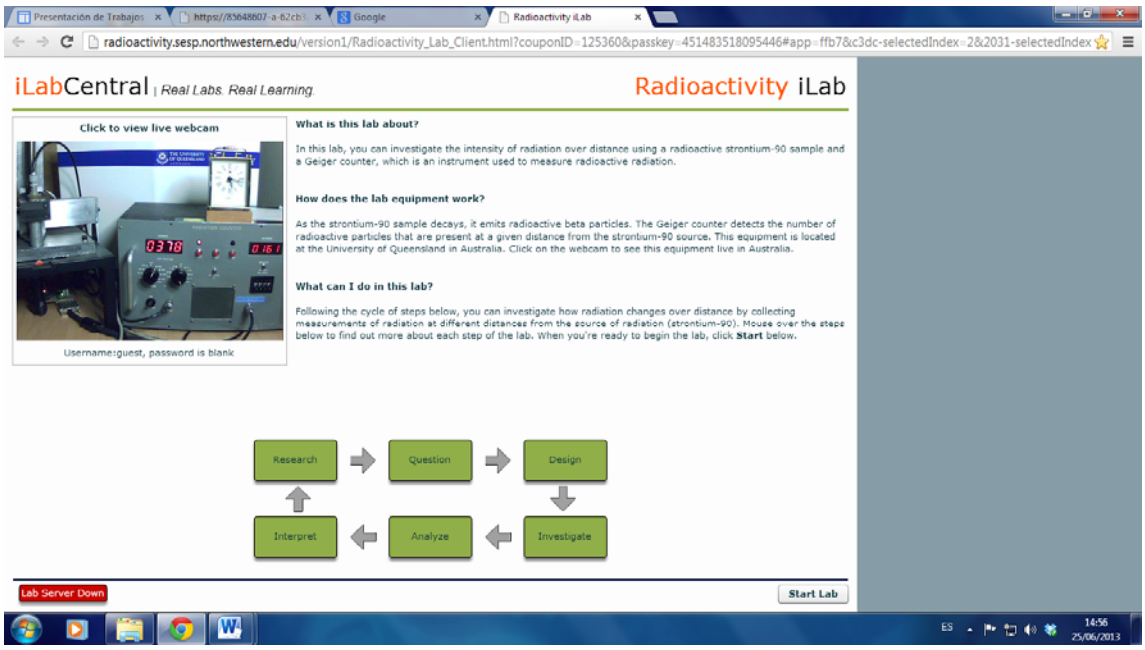


Figura 1: Visualización del laboratorio remoto

Marco Teórico

Es ciertamente de la mano de las TICs desde donde se pueden contribuir con algunas soluciones para extender el acceso a la experimentación en forma de laboratorios remotos y virtuales. Así se conseguirán simultáneamente dos objetivos didácticos:

1. Realizar prácticas relacionadas con la asignatura ampliando la disponibilidad de los laboratorios y
2. Formar a nuestros alumnos en el uso de las TICs.

Dormido (2004) clasifica los laboratorios en función de dos criterios: La forma de acceder a los recursos (local o remota)

para propósitos de experimentación, y la naturaleza del sistema físico (real o virtual), con lo que los entornos de experimentación quedarían clasificados de acuerdo a la siguiente tabla:

	Real	Virtual
Local	Laboratorios presenciales con plantas reales	Laboratorios presenciales con plantas simuladas
Remoto	Teleoperación de una planta real	Laboratorio remoto con plantas simuladas

Tabla 1. Clasificación de los entornos experimentales.

A pesar de que nada puede compararse con la interacción real con las plantas físicas (laboratorios reales y presenciales), afortunadamente existen otras opciones que proporcionan a los alumnos la impresión de que están interactuando con plantas reales.

Así, normalmente se entiende por laboratorio remoto aquél que existe y puede ser manipulado de forma remota a través de Internet, haciendo uso de Webcams, hardware específico para la adquisición local de datos y software para dar una sensación de proximidad con el equipamiento y por laboratorio virtual (local o remoto), o utilizando software informático genérico específico para recrear el comportamiento de plantas de experimentación que sólo existen en ordenadores usados para la simulación (Calvo, 2008).

Metodología:

En este trabajo se presenta una prueba piloto educativa para fomentar la motivación de los alumnos en los prácticos de laboratorio, dado que se puede lograr ese objetivo a través de una metodología más activa de participación (Zabalza, 2002).

Los laboratorios que se dan en forma grupal, con esta nueva herramienta pueden ser en forma individual.

Primeramente el docente realiza una explicación teórica del funcionamiento de los instrumentos de medición. Seguidamente los alumnos acceden al laboratorio remoto instalado en las computadoras dispuestas en el aula. Desde ese sitio de internet los alumnos pueden seleccionar la variable que se les indique para comenzar a observar los fenómenos físicos asociados al experimento. A su vez disponen de otro espacio desde donde pueden acceder a información teórica, cuestionarios y una simulación de los laboratorios propuestos. De esta manera luego de haber comprendido el aspecto teórico, pueden seleccionar el laboratorio remoto donde se observan los instrumentos que están siendo filmados en forma sincrónica a través de una webcam, y siguiendo las instrucciones del docente comenzar a trabajar en el laboratorio real, remoto.

La página está disponible en:

http://radioactivity.sesp.northwestern.edu/version1/Radioactivity_Lab_Client.html?couponID=125360&passkey=451483518095446#app=ffb7&c3dc-selectedIndex=2&2031-selectedIndex=0

La inclusión de laboratorios remotos viene a complementar los trabajos que se realizan desde hace mucho tiempo, por ello es que en este trabajo se muestra el contexto en el que se encuadran los prácticos y una descripción de la asignatura correspondiente. Luego se aborda la implementación del uso de los laboratorios remotos para fomentar la motivación

en las prácticas. De esta manera se espera disminuir la costosa inversión en equipamiento para laboratorio, y reforzar el trabajo autónomo (Martí Y Martí, 2008)

Contexto de los prácticos

Los prácticos de laboratorio forman parte de los contenidos asignados a las materias Física Nuclear y Protección Radiológica. Las mismas se dictan en las carreras de grado de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, como parte de las actividades que desarrolla el Reactor Nuclear RA-0 de dicha facultad, como así también en los cursos de extensión para obtención de licencias en el manejo de radioisótopos y radiaciones. El objetivo es impartir conocimientos teóricos y prácticos, para lo cual se dispone de un cuerpo docente capacitado y una infraestructura en tecnología educativa que se viene potenciando año a año a través de una plataforma educativa, la implementación de un simulador y el desarrollo de una comunidad virtual de aprendizaje.

Para los prácticos de laboratorio se dispone de instrumentos de detección asociados a analizadores mono y multicanales. Estos instrumentos se trasladan al laboratorio donde se imparten los prácticos. En ese laboratorio a su vez, se dispone de proyector de pantallas, pizarra electrónica y mesada de trabajo donde se ubica el instrumental.

En la tabla 2 se muestran algunos de los prácticos habituales:

1	Aspectos Operativos de la Protección Radiológica
2	Estadística de las mediciones radiactivas
3	Detector Geiger Muller
4	Interacción de las partículas cargadas con la materia
5	Determinación del alcance máximo de la radiación beta en aluminio
6	Medición de la radiación gamma con un detector de centelleo de INa (Tl)
7	Contador de Centelleo Líquido
8	Calibradores de dosis de radionucleidos
9	Utilización de radionucleidos en el laboratorio clínico y de investigación
10	Identificación de una fuente radiactiva

Tabla 2. Trabajos Prácticos de Laboratorio

Descripción de los prácticos de laboratorio

La finalidad de los prácticos de laboratorio es asimilar los conceptos abordados en las clases teóricas. En ese sentido lo que se pretende es adquirir destreza en la protección radiológica dentro del laboratorio, y profundizar el manejo de los instrumentos de detección de las radiaciones. Para ello se siguen los siguientes pasos:

a) Se entrega material bibliográfico para introducirlos en la temática.

b) Se planifica el laboratorio de ese día, se describen los instrumentos, y se detalla la secuencia de las actividades.

c) A continuación cada grupo comienza a realizar las mediciones correspondientes.

d) Se anotan los valores recogidos por cada grupo.

e) Se analizan los resultados y se extraen las conclusiones.

Al finalizar la práctica se le pide a cada grupo que realice un informe describiendo las secuencias de los laboratorios y presentando los resultados con sus respectivas conclusiones. Los puntos a y b tienen por objetivo familiarizarse con el entorno de trabajo y recordar conceptos teóricos. En el punto c se pretende afianzar los conocimientos teóricos, comprender los fenómenos físicos y prever los resultados en base a la teoría. A partir de entonces, en las restantes sesiones del laboratorio los alumnos comienzan a comparar los resultados. Esto es muy importante para el aprendizaje dado que en cada grupo se trabaja con diferentes fuentes radiactivas, cada una de las cuales muestra un comportamiento propio y dependiente del tipo de radiación que emite, de su energía, actividad, etc. En todas las etapas el docente y los ayudantes realizan la tutela de cada grupo y resuelven las consultas surgidas durante el desarrollo del laboratorio.

Resultados y Discusión

El resultado del uso de los laboratorios remotos está por el momento supeditado a la supervisión del docente dado que se complementan con explicaciones teóricas y de uso de la herramienta educativa.

Dentro de la planificación de las materias de grado y los cursos de posgrado, está incluir esta nueva tecnología, en una primera etapa completando las clases presenciales y posteriormente capacitando a los alumnos para que lo trabajen

en forma independiente y autónoma. En esta última situación se podrá corroborar la realización de los prácticos a partir de un cuestionario de conocimientos adquiridos y del registro en el software con el nombre de los que ingresaron y el tiempo de participación.

Conclusiones

El diseño e implementación del uso de herramientas disponibles en internet como los laboratorios remotos orientados a la educación basada en modelos de enseñanza, motivan a los estudiantes a realizar las prácticas de laboratorio propuestas.

Las prácticas que los estudiantes realizan con el laboratorio remoto pueden integrarse en la programación de clases realizada por los docentes, lo cual permite obtener mejores resultados en la transferencia de conocimientos. El grupo desarrollador de los laboratorios debe estar compuesto por profesionales de diferentes campos, ingenieros electrónicos, educadores, desarrolladores de software, diseñadores, entre otros, para así tener un equipo integral que satisfaga las necesidades requeridas en el desarrollo del laboratorio. Con la aplicación de nuevas y modernas tecnologías de sistemas de comunicación, se elevan las posibilidades de llegar a más y más miembros de la sociedad. A lo ancho del mundo el uso de Internet hace posible que educadores y aprendices puedan capacitarse sin estar sujetos a espacio o tiempo, por ello se hace necesario contar con herramientas que motiven el proceso de aprendizaje.

Se espera que el uso de los laboratorios remotos promueva nuevas técnicas para el enriquecimiento de los métodos de enseñanza tradicional en las prácticas de laboratorio

y que se continúe con la exploración e indagación de los contenidos más allá del propio laboratorio.

Bibliografia

Calvo, I., Marcos, M., Orive D., Sarachaga, I. (2008). "Building Complex Remote Laboratories", Computer Applications in Engineering Education, Accepted to be published in January.

Dormido, S. (2004) "Control Learning: Presentand Future" Annual Reviews in Control, vol. 28 (1), pp 115-136.

Luengas, L., Guevara, J., Sánchez, G. (2009). Cómo Desarrollar Un Laboratorio Virtual? Metodología De Diseño. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas En Informática Educativa, Volumen 5, Pp. 165 – 170, Santiago De Chile.Pautas De Presentación

Martí, J., Martí, A. (2008) Laboratorios Virtuales En Educación. http://fbio.uh.cu/educacion_distancia/laboratorios_virtuales/ Consultado junio 2013

Zabalza, M. (2002). *La enseñanza universitaria; el escenario y sus protagonistas*. Madrid, Narcea.

Vademécum Nuclear

Chautemps, Norma Adriana; Lazarte, Gustavo;
Pérez Lucero, Alejandra Lucía; Odetto, Jorge Osvaldo

Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
adrianachautemps@yahoo.com.ar

Resumen

Se presenta un compendio interactivo de información utilizada para la resolución de ejercicios sobre Física Nuclear, aplicado en dispositivos móviles. Para desarrollar el vademécum nuclear se utilizó App inventor que es un programa que provee de herramientas básicas para crear aplicaciones en dispositivos móviles. Específicamente se trabaja en el emulador de Android que es un software que se ejecuta en una computadora (en modo visual uniendo una serie de bloques) y se comporta como el dispositivo móvil, luego se pasa a una Tablet por cable USB. El vademécum nuclear se puede utilizar en dispositivos Android como tablets y celulares inteligentes (Smart phones)

El empleo del vademécum nuclear en las clases prácticas colabora en forma directa en el proceso de enseñanza-

aprendizaje de la resolución de problemas tanto en las materias que incluyen física nuclear como en los cursos de posgrado que se dictan en la facultad.

Palabras Clave: Fórmula; Móvil; Cálculo; Remoto.

Visiones Deformadas de las Ciencias: Una Propuesta para su Superación Incorporando la Historia de la Física a su Enseñanza

Chade Vergara, Pablo Oscar

Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Chilecito.

pablochade@hotmail.com

Resumen

Partiendo del trabajo publicado por Isabel Fernández, Daniel Gil, Jaime Carrascosa, Antonio Cachapuz y Joao Praia (2002) y enrolados en la corriente didáctica que considera importante la incorporación de la Historia de la Física en su Enseñanza, este trabajo muestra cómo esta estrategia puede ser utilizada para corregir las visiones deformadas, tergiversadas, sesgadas y erróneas que de la Ciencia Física se transmiten a través de su enseñanza.

Palabras Clave: Visiones Deformadas, Historia de la Física, Enseñanza de la Física.

Introducción

La ausencia de una perspectiva histórica en la Enseñanza de las Ciencias, en general, y de la Física, en particular, ha generado una percepción global distorsionada de la Ciencia y los conocimientos científicos.

La Ciencia es una actividad humana y, si los hombres tienen su Historia, ésta también debe tenerla. Así lo explica Bridgman (1950): *"Me parece que en lo que concierne a la ciencia una de las cosas más importantes a tomar en cuenta es que se trata de una actividad humana y que esto no puede significar la actividad de los individuos... Si la ciencia se ha enseñado incorporando la historia, este punto de vista será automáticamente importante. Siendo así, es un objetivo que se hace cada vez más importante completar en nuestros días, conocer la apreciación adecuada de las condiciones fundamentales dentro de las cuales se desarrolla la ciencia"*.

Sostenemos que un enfoque de este tipo debe contribuir a mejorar radicalmente la imagen que, sobre la Ciencia, tienen los profesores, los alumnos y el público en general. Si bien "*La historia, filosofía y sociología de la ciencia no tienen todas las soluciones para esta crisis pero sí tienen algunas respuestas: pueden humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos; pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos; pueden contribuir un poco a superar el «mar de sin sentidos» en que un comentarista dijo se habían engolfado las clases de ciencias, donde se recitaban fórmulas y ecuaciones pero donde pocos*

conocían su significado; pueden mejorar la formación del profesorado contribuyendo al desarrollo de una epistemología de la ciencia más rica y más auténtica, esto es, a un mejor conocimiento de la estructura de la ciencia y su lugar en el marco intelectual de las cosas" (Matthews, 1994). Lo que queremos significar es que en la enseñanza habitual de las Ciencias se muestra una imagen deformada de las mismas, lo cual tiene como consecuencia que los profesores y los alumnos tengan una visión sesgada y, a veces, errónea, de la forma como se construyen y evolucionan los conceptos y las teorías científicas (Fernández et. al., 2002; Solbes y Traver, 1996).

Marco Teórico

En la Física, al igual que en las otras Ciencias mal denominadas "duras", el papel del libro de texto es, aún, muy importante. Pero, si los libros de texto son casi la única fuente de conocimiento en la Física y, en ellos se ignoran o sólo se utilizan de manera superficial, los aspectos históricos de la Ciencia, introduciendo tergiversaciones y errores históricos, se transmite una imagen de la Ciencia alejada de su realidad interna como proceso de construcción de conocimientos, desligada del contexto social en que ha nacido y se ha desarrollado a lo largo de los siglos.

Ahora bien, si los libros de texto de Física son la fuente principal de información de los actuales alumnos que serán los profesores del mañana, es natural esperar que las tergiversaciones y errores que se cometen, por la falta de una perspectiva histórica, se sigan sucediendo. Para revertir esta situación sería necesario modificar la epistemología de los profesores (Bell y Pearson, 1992) e intentar reescribir los libros

de texto incorporando en ellos la Historia de la Física o, al menos, algunos de sus aspectos ya que, con los libros de texto actuales, no es de extrañar que alumnos y profesores tengan la misma visión ingenua de la Física que el resto de la sociedad (Selley, 1989; Stinner, 1992). A la formación de esta idea colaboran, en forma indiscutible, los medios de comunicación masiva y la publicidad (Campanario, Moya y Otero, 2001).

Sostenemos que no puede existir ningún tipo de verdad fuera de la Historia de la Ciencia y, por tanto, ninguna verdad que escape a las condiciones de la Historia. Autores de la talla de Thomas S. Kuhn o Imre Lakatos, por citar algunos, desde perspectivas distintas, así lo aseguran: "*la Ciencia es siempre Ciencia con y en la Historia, nunca al margen de ella*" (Chade Vergara, 2010).

Metodología

La metodología que emplearemos será por demás sencilla: citaremos la visión deformada que los autores desarrollan, la comentaremos indicando por qué la consideramos errónea y expondremos algunos ejemplos de la Historia de la Física como superadores de dicha visión. Las visiones en cuestión son:

Concepción Empiroinductivista y Ateórica

Esta concepción "*resalta el papel de la observación y de la experimentación «neutras» (no contaminadas por ideas apriorísticas), e incluso del puro azar, olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los*

cuerpos coherentes de conocimientos (teorías) disponibles, que orientan todo el proceso" (Fernández et. al., 2002).

Con una simple revisión a la Historia de la Física, podemos asegurar que esta visión es la que menos se ajusta a la realidad. Esta imagen nos transmite la idea de que los conocimientos científicos se forman por inducción, mediante la aplicación de un método científico infalible y a partir de datos teóricamente neutros, sacados de la observación y la experimentación más estrictamente empirista. Se ignora el proceso de la formulación de respuestas de carácter transitorio a manera de hipótesis que, a lo largo del tiempo, van sufriendo modificaciones o son sustituidas por otras hipótesis más válidas y más abarcativas. También se ignora el hecho incontrastable de que, además de una observación atenta y paciente, el científico construye, previamente, una representación idealizada del fenómeno que estudia (Matthews, 1990).

Esta visión netamente empirista se ve reforzada por el erróneo concepto de que el único criterio de validación que permite aceptar o rechazar una teoría, es el valor de los resultados de los experimentos, ignorando completamente los importantes factores de tipo social, económico, cultural y político que, indudablemente, contribuyen a crear un consenso en Comunidad Científica. En realidad, los datos que sirven para la comprobación empírica de una teoría no son hechos puros, sino que a su vez están cargados de teoría, no existe la observación pura. En otras palabras, la observación siempre está guiada por expectativas teóricas: no somos una *tabula rasa* sino una *tabula plena*, una pizarra llena de tradición y evolución. Según Popper, la mente carente de juicios previos no es una mente pura, sino una mente vacía: "*la observación pura, la observación carente de un componente teórico, no existe. Todas las observaciones, y en especial todas las observaciones experimentales, son*

observaciones de hechos realizados a la luz de esta o de aquella teoría" (Popper, 1977).

El investigador es un hombre y, como tal, tiene una historia que no puede ser soslayada durante la investigación. Por ello, no puede existir el observador neutral y, por ende, no hay tampoco neutralidad en los hechos observacionales. El científico observa sólo lo que su teoría le muestra como significativo. Los científicos, en general, sabían donde observar cuando realizaron sus descubrimientos.

Como ejemplo histórico podemos citar el descubrimiento, por parte de Galileo Galilei, de los que él bautizó como Planetas Mediceos, en honor a sus mecenas, los Médici. En marzo de 1610, publicó *Sidereus Nuncius* (*El Mensajero Sideral*) en donde ponía de manifiesto este descubrimiento junto con el de que la Luna tenía montañas, valles y cráteres y con el de las manchas solares. Este opúsculo fue una puñalada al corazón de la física aristotélica. El descubrimiento de los satélites de Júpiter indicaba que no todos los astros giraban en torno a la Tierra; había por lo menos cuatro de ellos que desobedecían a Aristóteles. El hecho de la no uniformidad de la superficie lunar y de las manchas solares estaban indicando que los astros que se situaban más allá de la esfera de la Luna no eran esferas perfectas: la tesis aristotélica de la perfección de los astros celestes debía quedar descartada. ¿Fue casual que Galileo quisiera mirar a los astros e hiciera estos descubrimientos? Por supuesto que no. Él conocía perfectamente bien la física aristotélica y se dio cuenta muy rápido de sus incongruencias. Ya en 1592, estando en Pisa, escribió su primera obra "antiaristotélica": *De Motu*. En ella hacía una aguda crítica a la dinámica de Aristóteles basada en la teoría del *ímpetus*. En 1597, en una carta que le escribió a Kepler para agradecerle el envío de una copia del ejemplar del *Prodomus Dissertationum*

Cosmographicarum, Galileo escribe: *"yo me he interesado en Copérnico desde hace varios años y he deducido también fenómenos naturales, todos inexplicables sobre hipótesis comunes"* (Prada Márquez, 2002). En definitiva, Galileo sabía donde apuntar su *perspicillum*, sabía lo que tenía que hacer antes de sus observaciones y lo hizo; sabía dónde tenía que buscar y allí observó. Era plenamente consciente de lo que estaba haciendo y también comprendía lo que buscaba.

Concepción Rígida de la Actividad Científica

"Una segunda deformación ampliamente recogida en la literatura es la que transmite una visión rígida (algorítmica, exacta, infalible...) de la actividad científica. Se presenta el «método científico» como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente. Se resalta, por otra parte, lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., olvidando –o, incluso, rechazando– todo lo que significa invención, creatividad, duda..." (Fernández et. al., 2002).

La Historia de la Física desmitifica por su propia lectura esta visión. Einstein, cuya principal virtud era, quizás, la intuición, ideó una Teoría Gravitacional que rige el movimiento de los astros sin dirigir ni una sola mirada al cielo. Muchas de las ideas de Newton no eran propias, pero tuvo la suficiente creatividad como para poder sistematizarlas. Precisamente, la creatividad es una de las características principales de la Teoría de los Torbellinos de Descartes. No se puede negar la creatividad y la intuición de los presocráticos. En definitiva, nos enrolamos en el pensamiento de Henri Poincaré: *"Probamos por medio de la lógica, pero descubrimos por medio de la intuición"* y del propio Einstein: *"La única cosa realmente valiosa es la intuición … En*

los momentos de crisis, sólo la imaginación es más importante que el conocimiento".

Si caracterizamos al método científico como aquellas prácticas que la Comunidad Científica utiliza y ratifica como válidas para exponer y confirmar sus teorías, podemos acotar que, en realidad, no existe "el" método científico, ya que no hay un único procedimiento al que los investigadores se hayan apegado en la Historia de la Física. Resulta evidente que es muy difícil definir cuál es el método que deben seguir los científicos para validar sus teorías. Y la Historia de la Física, así lo demuestra: el método científico utilizado por Galileo o Newton, discrepa muchísimo con el utilizado por Einstein y está mucho más alejado aún de los métodos de la Mecánica Cuántica.

El primer estadio de una ley científica es la ley empírica, el segundo es la ley teórica. Existen diversas formas de llegar a la formulación de una ley empírica según la corriente filosófica de que se trate. Sin embargo, todos los epistemólogos coinciden que para el paso de una ley empírica a una ley teórica se necesita de un salto creativo por parte del científico. Esto es, el científico debe aplicar acá su creatividad, su imaginación.

Al no tener ninguna teoría física la rigidez de la que habla esta falsa visión y al no haber un método científico que sigan a rajatabla todos los investigadores, la Ciencia debe reconocer que necesita de la imaginación de su comunidad científica y que sus científicos, aún los más encumbrados, son susceptibles de equivocarse.

Podemos citar el siguiente ejemplo histórico de lo que afirmamos: En 1917, Albert Einstein presentó su Teoría de la Relatividad General, en la cual consideraba a la gravedad como una deformación del espacio-tiempo cuatridimensional. La resolución de las complicadas ecuaciones resultantes indicaba

claramente que el Universo no era estático, sino que debía expandirse o contraerse. Sin embargo, en 1917, el propio Einstein propuso un modelo de Universo estático, introduciendo para ello su legendaria constante cosmológica, una especie de "fuerza antigravitatoria" con la que lograba el equilibrio. De esta forma, el genio alemán desaprovechó la oportunidad de ser el primero en predecir la expansión del Universo, lo que él mismo calificaría luego como "la mayor metedura de pata" de su vida.

Concepción Aproblemática y Ahistórica de la Ciencia

"Podemos mencionar la visión aproblemática y ahistórica (ergo dogmática y cerrada): se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún, las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas". (Fernández et. al., 2002).

Los autores afirman que esta visión se refuerza por omisión y nosotros agregamos que también se refuerza por un carácter transitivo. En efecto, hemos mencionado que el papel del libro de texto en Física es el de ser los "*vehículos pedagógicos para la perpetuación de la ciencia normal*" (Kuhn, 2004). De esta forma, el profesorado presenta, también, una imagen de la Ciencia y del trabajo científico que no reconoce cómo se han construido y cómo han evolucionado los conceptos científicos; se enseña una Física totalmente desconectada de las complejas relaciones con la Sociedad y con los avances de la Tecnología, instituciones que, en cada momento histórico, han influido decisivamente en la evolución de los conocimientos científicos, distorsionando, en definitiva, la realidad histórica con

tergiversaciones y errores. Como consecuencia, los alumnos no conocerán el papel real que ha jugado la Física en la Historia de la Humanidad, ni tampoco la manera cómo se han construido las principales teorías, las complejas motivaciones y los problemas que les han dado origen y las repercusiones sociales que han tenido las diversas contribuciones científicas. A esto debe agregársele la imagen aproblemática y ahistórica que también muestran los libros de texto.

Otro de los motivos que contribuyen al establecimiento de esta visión deformada, es la utilización, a veces abusiva, del inductivismo como guía en muchos de los temas tratados. Esto se reconoce en los modelos que tergiversan el papel de los experimentos en la investigación científica, debido a que generalmente se soslayan los problemas que generaron esos experimentos, ignorando que "*todo conocimiento es la respuesta a una cuestión*" (Bachelard, 1938). Conociendo la Historia de la Física se puede contextualizar los períodos en los que los científicos actuaron y en ella se ve claramente, que todos trabajaron en función de los problemas que les tocó vivir en su época.

Como ejemplo histórico podemos citar, entre muchos otros, que la explicación de la presión atmosférica mediante la teoría del "Mar de Aire" de Evangelista Torricelli, en 1643, fue una respuesta directa a un problema concreto y acuciante de la época: la inundación de las minas subterráneas.

Concepción Exclusivamente Analítica

Se trata de "*una visión exclusivamente analítica, que resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, su carácter acotado, simplificatorio, pero que olvida los esfuerzos*

posteriores de unificación y de construcción de cuerpos coherentes de conocimientos cada vez más amplios o el tratamiento de problemas «puente» entre distintos campos de conocimiento que pueden llegar a unirse, como ha ocurrido tantas veces" (Fernández et. al., 2002).

Otra vez, la Historia de la Física nos da excelentes argumentos para rebatir esta visión deformada. En efecto, en toda su historia, la Física ha ido progresando y ganando prestigio merced a las unificaciones: las teorías de Kepler y Galileo fueron unificadas y superadas por la de Newton; las teorías de Fresnel y Faraday, unificadas y superadas por la de Maxwell; la Teoría de la Relatividad de Einstein unificó y superó a la Mecánica de Newton y al Electromagnetismo de Maxwell. En la actualidad, todos los esfuerzos teóricos y experimentales están encaminados a la unificación de las cuatro fuerzas que actúan en la Naturaleza (gravitatoria, electromagnética, nuclear débil y nuclear fuerte) en una Teoría del Todo, unificación de la aún hipotética teoría de la Gran Unificación (no tan hipotética desde el descubrimiento del bosón de Higgs) y de la Gravedad.

Concepción Meramente Acumulativa del Desarrollo Científico

Se transmite una "*visión acumulativa, de crecimiento lineal de los conocimientos científicos: el desarrollo científico aparece como fruto de un crecimiento lineal, puramente acumulativo (Izquierdo, Sanmartí y Espinet, 1999), ignorando las crisis y las remodelaciones profundas, fruto de procesos complejos que no se dejan ahormar por ningún modelo definido de cambio científico (Giere, 1998; Estany, 1990)"* (Fernández et. al., 2002).

Esta visión no contempla cómo los conocimientos científicos se han obtenido, ignora la existencia de crisis importantes en las teorías científicas y la constante puja entre teorías rivales, como así también la complejidad de los procesos que llevaron al establecimiento de diferentes maneras de trabajar. La Historia de la Física nos enseña que el progreso científico se lleva a cabo mediante saltos cualitativos. Así lo aseguran importantes epistemólogos de la talla de Thomas Kuhn (2004) e Imre Lakatos (1989). Éstos también afirman que el progreso de las ciencias se logra mediante una lucha entre paradigmas o programas de investigación rivales y que, cuanto antes comience la competencia entre éstos, más rápido será el progreso. Consideran a la Ciencia como un proceso sucesivo, no acumulativo y en constante evolución.

Para rebatir esta imagen distorsionada basta con repasar lo ocurrido en la Física del siglo XVI-XVII y del siglo XIX-XX, donde se produjeron verdaderas crisis del conocimiento al verificar que la Naturaleza no se comportaba del modo previsto. Para poder progresar hizo falta un salto creativo llevado a cabo por uno o más hombres. La Comunidad Científica cambió de cosmovisión durante estas Revoluciones. Nos estamos refiriendo específicamente a la Revolución Newtoniana y a la llevada a cabo por la Física Relativística y la Física Cuántica.

Ejemplifiquemos este tópico con lo siguiente: En 1644, el filósofo, matemático y físico francés René Descartes, publicó su obra física más importante: *Principia Philosophiae* (*Principios de Filosofía*). En él, Descartes investigaba la naturaleza del mundo material y hacía la interpretación correcta de la inercia. Además, planteaba su famosa Teoría de los Vórtices, en la cual afirmaba que existía un fluido universal invisible que se extendía más allá de la atmósfera y a través de todo el Universo, de tal forma que no había vacío en ninguna parte. Este fluido giraría

formando enormes torbellinos o vórtices celestes produciendo efectos de movimiento circular, concepto que sería bautizado por el físico holandés Christiaan Huygenns como fuerza centrífuga.

Cuarenta y tres años después vería la luz la obra más importante en la Historia de la Ciencia: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Principios Matemáticos de Filosofía Natural*). En el Libro III de esta obra, Sir Isaac Newton enunciaba su Teoría de la Gravitación Universal, pero en ella, la causa de que los planetas se movieran en la forma en que lo hacían no eran los complicados vórtices cartesianos, sino una fuerza atractiva, centrípeta, que actuaba de manera axial y que disminuía con el cuadrado de la distancia.

La Historia de la Física no puede soslayar que estas dos teorías entraron en puja y, cada una, como resulta lógico, tuvo sus adeptos y sus detractores. Es más, en un gesto típicamente newtoniano, el Gran Mecanicista tituló a su obra como una forma de expresar una mejora de la de Descartes: éste había escrito unos *Principia Philosophiae*, pero Newton daba un paso adelante creando unos *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

Concepción Individualista y Elitista de la Ciencia

Esta concepción nos transmite "*una visión individualista y elitista de la ciencia. Los conocimientos científicos aparecen como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos... En particular se deja creer que los resultados obtenidos por un sólo científico o equipo pueden bastar para verificar o falsar una hipótesis o, incluso, toda una teoría*" (Fernández y otros, 2002). También transmite la visión que la Ciencia es un "*dominio reservado a minorías especialmente dotadas … con claras discriminaciones de*

naturaleza social y de género … escondiendo la significación de los conocimientos tras presentaciones exclusivamente operativistas" (Fernández et. al., 2002).

La Historia de la Física desmiente rotundamente esta concepción. Ella nos muestra que no es posible que un solo científico o equipo puedan verificar o refutar una hipótesis. El conocimiento científico es el resultado de los esfuerzos llevados a cabo, a través de los siglos, por hombres y mujeres, en su gran mayoría, preocupados por los problemas de su entorno social.

Quizás esta sea una de las deformaciones más extendidas y, en el imaginario popular, está asociada a las figuras de verdaderos genios como Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein, por tomar los ejemplos más significativos de la Física. Sin embargo, si bien es cierto que Aristóteles aportó su idea del Movimiento Natural, conoció las ideas de casi todos sus antecesores criticando y adoptando, para su propia teoría, lo que consideró útil. Así, por ejemplo, adoptó la doctrina de los cuatro elementos de Empédocles y la esfericidad de los astros y la circularidad de sus órbitas de Platón y otros. Galileo Galilei recibió una indiscutible influencia de su maestro, Giambattista Benedetti, quien a su vez era discípulo de Niccolo Fontana (Tartaglia). Sus primeras ideas en contra de la doctrina Aristotélica las aprendió de ellos. Su último libro lo escribió en compañía de Viviani y Torricelli. El mismo Isaac Newton reconoció que su Primera Ley del Movimiento, el Principio de Inercia, era obra de Galileo y nosotros agregamos, de Descartes. Todavía está en discusión la autoría de la ley de la inversa del cuadrado de la distancia (Newton, Hooke, Halley, Wren), fundamental para el enunciado de la Ley de Gravitación Universal. El mismísimo Newton solía decir: *"Si he conseguido ver más lejos que otros es porque he conseguido subirme en hombros de gigantes".* Cuando enunció su Teoría de la

Relatividad Restringida, es muy posible que Einstein no se basara para ello en el experimento de Michelson-Morley, pero sí conocía las ecuaciones de Lorentz y las ideas de Mach y Poincaré. Luego, para su Teoría de la Relatividad General, se basaría en la interpretación cuatridimensional del espacio de Minkowski, en los trabajos geométricos de Lovachevski y Riemann, en las ideas de Poincaré sobre la gravitación y, fundamentalmente, en los estudios de Hilbert.

Por otra parte, y sin hacer una encendida defensa feminista, el papel dedicado a las mujeres científicas, en la mayoría de los libros de texto, es prácticamente nulo. Sin agotar, ni mucho menos, la lista de mujeres que tuvieron un papel fundamental en el desarrollo de la Física, es raro encontrar una referencia a, por ejemplo, Hipatia de Alejandría (370-416), quien es considerada como un ícono de la defensa de las Ciencias ante la irracionalidad religiosa; a Lise Meitner (1878-1968), quien trabajó y fue parte esencial del equipo que descubrió la fisión nuclear y en cuyo honor el elemento químico de número atómico 109 fue nombrado como meitnerio; a Marie-Sophie Germain (1776-1831), destacada por sus aportes a la teoría de la elasticidad; a Amalie Emmy Noether (1882-1935), quizás la mujer más importante en la historia de las matemáticas, quien con sus desarrollos de las teorías de anillos, grupos y campos contribuyó fundamentalmente en el progreso de la Física Teórica; a Susan Jocelyn Bell Burnell (1943-), quien investigando para su tesis descubrió la primera radioseñal de un púlsar; o a la más famosa de todas científicas de todos los tiempos, Marie Salomea Sklodowska Curie, conocida mundialmente como Madame Curie, quien dedicó su vida al estudio de la radioactividad y fue la primera persona en recibir dos premios Nobel.

Queda claro que, si bien pensamos que el progreso de una Ciencia se produce mediante saltos cualitativos,

consideramos a los autores de estos saltos cualitativos como genios, si se quiere, pero no como indispensables. En general, cuando se narra la Historia se describen los acontecimientos claves y se los refiere a las obras de los científicos que marcaron el hito. Nuestra idea es que nunca "una golondrina hace verano"; el progreso científico se construye con el aporte de todos, o casi todos, los científicos "normales", si hemos de utilizar la terminología de Kuhn, y cuando llega el momento histórico oportuno, uno, dos o más científicos producen el salto cualitativo que da lugar a la Revolución Científica. Es, quizás, la suerte o tal vez un accidente histórico lo que decidirá cuál de ellos será recordado como descubridor de un fenómeno y pasará con su nombre a la posteridad. Este punto de vista es compartido por historiadores de la Ciencia de la talla de John Gribbin (2006).

Resulta indudable que otro de los aspectos que coadyuva a una visión descontextualizada de la Ciencia es el excesivo formalismo matemático que podemos encontrar en la mayoría de libros de texto. Esto termina soslayando el verdadero objeto de la enseñanza-aprendizaje, como son los conceptos científicos subyacentes en esas complicadas ecuaciones que, en la mayoría de los casos, se ven reducidos a un puro operativismo sin sentido. Creemos firmemente que *hacer Física* no es resolver intrincadas ecuaciones matemáticas.

Visión Descontextualizada, Socialmente Neutra de la Actividad Científica

Se trata de "*una visión descontextualizada, socialmente neutra de la ciencia que ignora, o trata muy superficialmente, las complejas relaciones CTS, ciencia-tecnología-sociedad (o, mejor, CTSA, agregando la A de ambiente para llamar la atención sobre*

los graves problemas de degradación del medio que afectan a la totalidad del planeta)… ignoran completamente la contextualización de la actividad científica, como si la ciencia fuera un producto elaborado en torres de marfil, al margen de las contingencias de la vida ordinaria y proporciona una imagen de los científicos como seres «por encima del bien y del mal», encerrados en torres de marfil y ajenos a las necesarias tomas de decisión" (Fernández et. al., 2002).

Al no tomar en cuenta las repercusiones sociales de las contribuciones de la Ciencia en diferentes momentos históricos, se esconde su influencia en la concepción del mundo, apareciendo, en consecuencia, la falacia de una ciencia neutral, sin ninguna ideología, que se dedica solamente a la producción de conocimientos puros, de forma objetiva e imparcial. Sin embargo, la Historia de la Física, ilustra que ninguna Ciencia es neutral. Nace y se desarrolla al amparo y dentro de las sociedades que necesitan de ella y de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, triángulo fundamental de retroalimentación constante. Tal y como afirman Vázquez Alonso, A. y M. Manassero Mas (2012): *"La subjetividad personal también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y las experiencias anteriores dictan hacia dónde y cómo los científicos dirigen su trabajo. Además, la ciencia es un empeño humano y está influida por la sociedad y la cultura donde se desarrolla. Los valores de la cultura determinan el rumbo de la ciencia, cómo lo persigue, se interpreta, se acepta y se utiliza"*. Sostenemos junto con Kröber (1986) que: "*…entendemos la ciencia no sólo como un sistema de conceptos, proposiciones, teorías, hipótesis, etc., sino también, simultáneamente, como una forma específica de la actividad social dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes objetivas de la naturaleza y la sociedad. Aún más, la ciencia se nos presenta*

como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad dada".

Quizás el caso más emblemático para negar la neutralidad de la Ciencia, sea el de la construcción de la primera bomba atómica.

Conclusiones

En este trabajo hemos expuesto cómo la introducción de la Historia de la Física a su Enseñanza, puede contribuir a la desaparición de las concepciones erróneas que se tienen sobre la Física.

Deberemos, entonces, ser capaces de idear metodologías pedagógicas para introducir la Historia de la Física en su enseñanza. El desafío que se plantea es hacer que "*estas reflexiones basadas en la historia de la ciencia se puedan transformar en actividades para el alumno*", ya que "*estas consideraciones históricas se pueden traducir en cuestiones socio-científicas, que se pueden usar en las clases de ciencias*" (Solbes, 2013).

Bibliografía

Bachelard, G. (1938). *La Formation de l'esprit scientifique.* París: Vrin.

Bell, B. y J. Pearson (1992). Better Learning. *International Journal of Science Education*, 14, 3, 349-361.

Bridgman, P. (1950). *Reflections of a Physicist Philosophical.* U.S.A.: Arno Press.

Campanario, J.; Moya, A. y J. Otero (2001). Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19, 1, 45-56.

Chade Vergara, P. (2010). *La Historia de la Dinámica en la Estructura Filosófica de Thomas Samuel Kuhn*. Tesis de Maestría. La Rioja: Universidad Nacional de La Rioja.

Estany, A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Crítica.

Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y J. Praia (2002). Visiones Deformadas de la Ciencia Transmitidas por la Enseñanza*. Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20, 3, 477-488.

Giere, R. (1988). *Explaining Science. A cognitive approach.* Chicago: The University of Chicago Press.

Gribbin, J. (2006). *Historia de la Ciencia*. Barcelona: Editorial Crítica.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. y M. Espinet (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias,* 17(1), 45-60.

Kröber, G. (1986). Acerca de las relaciones entre la historia y la teoría del desarrollo de las ciencias. *Revista Cubana de Ciencias Sociales*, 4, 10, 37-44.

Kuhn, T. (2004). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Lakatos, I. (1989). *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*. Madrid: Editorial Alianza.

Matthews, M. (1990). History, Philosophy and Science: A Rapprochement. *Studies in Science Education*, 18, 25-51.

Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277.

Popper, K. (1977). *La Lógica de la Investigación Científica.* Madrid: Editorial Tecnos.

Prada Márquez, B. (2002). *Galileo, Kepler, Descartes, Creadores del Pensamiento Moderno*. Bucaramanga: Editorial Sic.

Selley, N. (1989). The philosophy of school science. *Interchange*, 20, 2, 24-32.

Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 10 (1), 1−10.

Solbes, J. y M. Traver (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.

Stinner, A. (1992). Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. *Science Education*, 76, 1, 1-16.

Vázquez Alonso, A. y M. Manassero Mas (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 2-31.

Comunicaciones

Divulgación Científica

Aportes de la Historia de la Física para el Mejoramiento de su Enseñanza: El rol de la música en la construcción de la Física clásica

Vicente Menéndez

CEFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires
Dpto de Fisica. Instituto Superior del Profesorado "Joaquín V. González" G.C.A.B.A.
titomen58@yahoo.com.ar

Resumen

En los últimos años se observan diversos intentos de mejorar la enseñanza de las ciencias, haciendo uso para ello, de la Historia y Filosofía de la Ciencia. En este sentido se han venido realizando Congresos internacionales con eje en esta temática.

Estimamos que en nuestro país, el docente de Física posee información mínima sobre el tema, ya sea porque en la formación de profesores no se contempla esta posibilidad, o bien porque la bibliografía al respecto es escasa. Por esta razón, parece interesante investigar y divulgar casos donde la Historia y/o la Filosofía de la ciencia puedan ser usadas por el docente

como "herramienta", no solo para aportar "cultura general", sino como ayuda en la comprensión de conceptos. Temas como energía, campos de fuerza, naturaleza de la luz, del calor, de la materia, etc., tienen una historia y desarrollos conceptuales, de quienes primero pensaron estas ideas, que no deberían soslayarse al momento de ser enseñadas. En este contexto y también con el objeto de comprender que la física no está desconectada de otros saberes y disciplinas, hemos elegido para investigar, un ejemplo histórico quizás no demasiado conocido: el rol de la música en la construcción de la física clásica.

Palabras clave: Música; Ciencia; Historia; Fisica.

1. Introducción

1.1. Música y matemática

Existe una larga tradición de ver al universo como construido sobre la base de principios armónicos. El comienzo de la relación entre la música y la matemática suele situarse en el descubrimiento atribuido a Pitágoras (o a la secta pitagórica) de la relación numérica existente entre la longitud de una cuerda y el sonido emitido por esta al vibrar. Este asombroso descubrimiento, junto con el de la proporción áurea, presente en la figura humana y en la armonía percibida por el hombre en múltiples figuras, implica un vínculo entre el ser humano y el número, razón por la cual los pitagóricos atribuyeron a los números categoría de divinidad.

Los descubrimientos de Pitágoras en el siglo V a.C. se relacionan, en primer lugar, con las consonancias:

- Cuando dividimos una cuerda en dos partes iguales y percutimos a la vez ambas partes, obtendremos una consonancia denominada *unísono* (la misma nota al mismo tiempo).
- Cuando la cuerda se divide en dos partes iguales y percutimos primero una parte y luego la cuerda entera, escuchamos una consonancia: una *octava*.
- Cuando la cuerda se divide en las dos terceras partes y percutimos primero las 2/3 partes y luego la cuerda entera, obtenemos otra consonancia: una *quinta*.
- Si percutimos las 3/4 partes de la cuerda y luego la cuerda entera obtenemos una *cuarta*.

A partir de aquí la estructura matemática de la música pasa a ser objeto de estudio desde la Antigüedad, y fundamentalmente en el Medioevo europeo: recordemos que la Música es una de las disciplinas del denominado Cuadrivium en los estudios de aquellas primeras universidades. A principios de la Edad media (Boecio, 480 dC) propone dos tipos de música: la del macrocosmos, la de los cuerpos celestes y sus esferas y la humana del microcosmos, de la mente del hombre. Esta última, la música instrumental, tenia por objetivo hacer inteligible al oído humano la armonía del macrocosmos. A su vez la música sacra era un medio de comunicación para conocer el mundo de Dios.

1.2. Música y ciencia

Numerosos autores coinciden en señalar que durante el Renacimiento y el período de la Revolución científica, la música

era considerada una ciencia independiente, y que a partir del siglo XVIII se produce una escisión entre la música como arte y la ciencia física asociada a esta, en una disciplina que hoy denominamos acústica.

A partir del triunfo de la cosmovisión mecanicista surgida de la Revolución científica y en particular de los trabajos de Christiaan Huygens, fue posible abordar el estudio físico matemático de las ondas sonoras y determinar relaciones existentes entre frecuencia, longitud de onda y propagación del sonido. Es a partir del siglo XVIII que con los trabajos de Bernoulli, Euler, D'Alambert y Fourier, entre otros, que se desvinculan la cuestión estética de la música, del estudio científico del sonido. Bien podríamos preguntarnos cual es o ha sido la incidencia de la ciencia sobre la música. En este trabajo abordaremos la cuestión inversa:

2. Influencia de la Música sobre la Ciencia

Según algunos historiadores actuales como Stillman Drake y H. Floris Cohen, los estudios sobre música conformaron un ámbito de reflexión y experimentación central para el surgimiento de la ciencia moderna, al menos en importantes aspectos[1]. Y este punto es el que vamos a tratar de defender.

Nos encontramos, durante los siglos XVI y XVII, con dos universos en el seno de los cuales se produjeron significativos cambios:

- El universo de la *ciencia*, en el que aconteció la Revolución Científica.

[1] Boido y Kastika, p. 60

- El universo de la *música* (en el que se desarrolló el estilo barroco.)

¿Existe alguna relación entre estos dos universos? Si la hay, ¿en qué consiste?

Cuando en 1540 la comunidad de filósofos naturales fue informada de la obra de Copérnico por la celebrada *Narratio prima* (1540) de Rheticus[2], la clara referencia a la hipótesis heliocéntrica antigua atribuida a los pitagóricos fue acompañada de analogías geométricas, musicales y numerológicas que le conferían al cosmos de Copérnico una armonía que se había perdido en los astrónomos antiguos. Rheticus, precisamente, escribe que al calcular la armonía de los movimientos planetarios los astrónomos deben imitar a los músicos cuando afinan sus instrumentos para obtener una perfecta consonancia armónica[3].

Según Stillman Drake, la música es el primer campo de experimentación de la nueva ciencia en el sentido moderno y los estudios de Vincenzo Galilei estarían en el centro de esta escena.

Abordaremos entonces ahora la tesis central de este trabajo: ¿en que medida influyó la música en la construcción de la ciencia moderna? Para ello tomaremos los casos más emblemáticos.

2.1. Influencia musical en Galileo

Vincenzo Galilei parece ser el primero en descubrir una ley física que relaciona el sonido por medio de medidas obtenidas a partir de experimentos.

---

[2] Matemático y astrónomo alemán, único discípulo distinguido de Copérnico.
[3] Gozza, P. , pp. 42-43.

Aparece un nuevo elemento en la obra de Galilei: por medio de la experimentación, mostró que la altura del sonido producido por una cuerda no sólo variaba inversamente con su longitud (con lo que se podía obtener, por ejemplo, una nota una octava superior colocando el puente en el centro del monocordio y punteando la mitad de la cuerda), sino que variaba también con el cuadrado del peso de un cuerpo unido a la cuerda (con lo que podía obtenerse la octava cuadriplicando el peso).

Stillman Drake en su estudio sobre Galileo hace referencia al padre del mismo, quien fuese un conocido intérprete y compositor del laúd (cuyas obras siguen ejecutándose aún hoy por los cultores de dicho instrumento) Dice Drake: "Vincenzio quien era un músico cuya originalidad y capacidad polémica fomentaron una revolución en la música al conjugar la práctica y la teoría de forma parecida a como habría de hacerlo Galileo en la ciencia"[4]. Vamos aquí a señalar dos cuestiones que consideramos de suma importancia para este trabajo; la primera: el padre de Galileo no era un músico improvisado, muy por el contrario había realizado estudios de teoría musical con Gioseffo Zarlino, considerado el teórico musical más importante del Renacimiento italiano y con quien luego polemizó en torno a la teoría musical. La segunda: Vincenzio experimentó con longitudes y tensiones de cuerdas. Según Drake es muy probable que Galileo fuese testigo de esos experimentos. El acierto de esta observación lo podemos comprobar al leer la parte final de la primera jornada de los Discorsi; allí Galileo trata con preciso detalle sus experiencias con cuerdas de clavicordio poniendo en ello su característico ingenio y su agudeza para observar los fenómenos naturales, en este caso aplicados a la música. Dice Drake (1983):

[4] Drake, S., p.40

La física matemática moderna nació no de principios metafísicos o de especulaciones filosóficas sino de mediciones adecuadas inspiradas por aquellos que habían refutado ya la teoría filosófica antigua sobre la consonancia musical. Si Galileo no hubiese estado presente en los experimentos musicales de su padre en 1588, probablemente no se hubiera introducido en los estudios del movimiento pendular. Sin un entrenamiento musical, difícilmente Galileo hubiese estado preparado para realizar sus primeras mediciones de tiempo casi exactas. La música jugó no sólo un lugar único sino un lugar esencial en llevar a Galileo a su nueva física, una ciencia de las mediciones precisas, como la música: un arte que requiere de mediciones precisas y de divisiones exactas[5].

2.2. Influencia musical en Kepler

El caso de Kepler quizás sea el más conocido y emblemático de todos, lo cual me hace obviar mayores comentarios: las obras del gran astrónomo alemán están basadas, en criterios de simetría, estética y musicales. Baste recordar la asociación que realizara en su ***Armonía del mundo*** entre cada planeta y la tonalidad musical emitida por los mismos. La vinculación entre el movimiento de los planetas y la música, reside en que ambos fenómenos son periódicos. En dicha obra, uno de los capítulos lo titula: "¿En que cosas relacionadas con los movimientos planetarios fueron expresadas las consonancias armónicas del Creador y de que manera?". Allí trata de las relaciones existentes entre las velocidades de los planetas cuando estos pasan por el afhelio y por el perihelio: este cociente puede ser pensado como un intervalo musical

[5] Drake, S., *Op. Cit.,* p. 15.

adjudicándole a cada órbita un recorrido por las notas musicales; comenzamos a ver como Kepler toma en cuenta tanto a las proporciones geométricas como a las musicales para encontrar el mensaje que Dios había impreso en los cielos.

De los cinco libros que componen la obra *Harmonices mundi* de Kepler, los dos primeros tratan sobre la geometría y el tercero sobre teoría musical. Los dos últimos libros contienen aplicaciones de teoremas matemáticos y musicales a la estructura solar y planetaria. La posición del libro musical inmediatamente posterior a los geométricos probablemente estuvo pensada para subrayar que la proporciones "musicales", concebidas desde la antigüedad con un origen aritmético, se basaban ahora en la geometría.

2.3. Influencia musical en Descartes

La influencia de lo musical en Descartes, podemos encontrarlo en las premisas de su *Compendium Musicum*: lo que es evidente al sentido y a la razón es la magnitud geométrica simple, la línea, y su división en partes iguales relacionadas una con otra en proporciones aritméticas. Pero cuando pasamos de los objetos estáticos de la visión a los objetos móviles del oído (los sonidos), la relación entre sentido y razón no es inmediata sino mediata. Un análisis de la duración de los sonidos (el ritmo) revela la naturaleza y el modo de esta mediación[6].

Para Descartes, el sonido es al mismo tiempo una cantidad continua y discreta: el continuo temporal corresponde a los valores numéricos discretos (la afinación de las notas) que existen en él y que siguen uno al otro. Los dos atributos cuantificables del sonido musical que presenta Descartes -

[6] Gozza, P., *Ibid*, pp. 164-165.

duración y altura- son lo que distinguen al *Compendium musicae* de otros tratados del Renacimiento. Descartes no limita la teoría de la música a los números sonoros.

La deducción de las consonancias es precedida en el *Compendium* por un análisis del *tiempo musical*. En otra categoría, denominada por Descartes "música activa", se ubican, por ejemplo, las reglas de composición y los modos. Esta nueva división se basa en una prioridad lógica: el tiempo es la primera dimensión del tiempo musical. La altura viene después. El valor de la altura de las notas es una abstracción del continuo musical percibido. Son cantidades discretas que atomizan el movimiento de voces en el tiempo, el estancamiento del movimiento. La música es, en cambio, una unidad viviente conformada por la duración y altura de los valores de la nota que emergen en la experiencia del auditorio al escuchar.

Nos dice Paolo Gozza siguiendo a Descartes:

Escuchar es imaginar el objeto percibido como una estructura geométrica, quizás similar a las líneas en proporción aritmética que en las premisas del *Compendium* representan el modelo de la percepción clara y distinta. El elemento real de la duración en la geometría interna de la imaginación es la nota acentuada de la medida musical, que ayuda a nuestra imaginación, con lo cual se pueden percibir más fácilmente todas las medidas de la melodía y recibir el placer de la proporción que debería encontrarse dentro de ellas.

2.4. Influencia musical en otros grandes filósofos naturales

Christiaan Huygens considerado el primer físico a tiempo completo, era además músico (además de cantar tocaba el laúd y la viola da gamba) y con ambas inquietudes indagó en la naturaleza del sonido, dando como resultado una de las más brillantes ideas de todos los tiempos: la teoría ondulatoria de la luz y del sonido. También encontramos en Leibniz, conocido cultor de la música, huellas de una asociación entre música y naturaleza particularmente en su Principio de la armonía preestablecida.

La música asoma en la filosofía natural de Hooke, como lo han señalado J. C. Kassler y D. R. Oldroid[7]: la música aparece no solo como un elemento heurístico en la filosofía natural de Hooke, en la que todo se reduce a armonía y disonancia de cuerpos vibrantes, sino además como prueba experimental de la existencia de armonías en la naturaleza, lo que justificaría el enfoque matemático de la filosofía natural. Aquí es interesante destacar una vez más la importancia del estudio de la armonía musical en la mayoría de los filósofos naturales de la revolución científica del siglo XVII. Valga también como ejemplo el 'monocorde cósmico', en la "Historia del Macrocosmos y el Microcosmos" de Robert Fludd (1617) que muestra la región entre la tierra y el cielo dividida en intervalos de dos octavos de una cuerda musical. La mano de Dios afina la cuerda que se extiende hacia abajo en la región de los ángeles, luego a través del sistema con el sol en el centro, y finalmente a través de los cuatro elementos hasta la tierra. La totalidad está unida por proporciones matemáticas e intervalos musicales.

---

[7] "Robert Hooke´s Trinity College Musik Scripts, his Music Theory and the Rol of Music in his Cosmology", *Annals of Science ,40 (1983)*

2.5. Newton y la música

No abundaré aquí sobre la conocida componente mística de Newton. La música fue parte de su educación y tiene sentido ver como dentro de sus preocupaciones está el poder establecer una correspondencia natural entre los números y algunas entidades. Por ejemplo, buscaría hallar la relación entre los siete colores y las siete notas musicales. La idea de armonía se convierte en algo así como un paradigma para Newton y cree que puede ser aplicable a fenómenos como la luz y la gravedad. Para Newton, la ley de la gravitación universal es el descubrimiento de la armonía del cosmos que era el descubrimiento de una teología verdadera, la cual había sido revelada a los antiguos y había sido deformada por la tradición escolástica. Newton supondría que en la antigüedad los pitagóricos debían tener un amplio conocimiento sobre la armonía de todo el universo.

2.6. Otra interesante conexión en el campo de la química.

En 1864 el químico inglés John A. Reina Newland, intento solucionar el comportamiento periódico de los elementos realizando una tabla, colocando a los elementos en orden creciente según sus pesos atómicos y se dio cuenta que el octavo elemento se asemejaba al primero, así como el noveno era similar al segundo, etc. Como cada ocho elementos aparecía otro de iguales propiedades se le ocurrió hacer la comparación con las octavas musicales, sugiriendo así una armonía de carácter musical.

3. Conclusiones

La belleza y la armonía musical como parte de la construcción de teorías?

Como vimos, la ciencia de la música (teniendo en cuenta lo que se entendía por ciencia hasta el siglo XVIII), es anterior a la ciencia moderna surgida de la Revolución científica. Dicho de otro modo, el tratamiento matemático del sonido musical es anterior al tratamiento matemático de la naturaleza. Tampoco entendemos que es un dato menor el hecho de haber sido la música motivo de experimentación antes que la nueva física. Por eso sostenemos que esta última es deudora de aquella.

Es casual entonces que los principales actores de la Revolución científica hayan tenido inquietudes musicales? O debemos pensar que el orden del Universo y sus leyes de carácter matemático no estaban reñidas en absoluto con los criterios de estética musical? Más bien estimamos que aquel temprano descubrimiento pitagórico actuó como guía, consciente o inconsciente, en la búsqueda de esa armonía musical del Universo que fue el desvelo de Kepler. La naturaleza se presenta con un orden capaz de ser matematizado, tal como sucede en la música donde existe un orden y los sonidos armónicos guardan relaciones matemáticas entre sí. Si bien no es objeto de este trabajo el analizar la influencia de la música en el período posterior a la Revolución científica y hasta la actualidad, sin duda encontramos ejemplos de la importancia de los conceptos de armonía, simetría y estética en el trabajo de renombrados científicos de los siglos posteriores.

Por todo ello es que consideramos la importancia central que desempeño la música en la construcción de la ciencia moderna, hecho singular y no muy conocido, que acreditaría a mi

entender, una mayor atención por parte de historiadores y epistemólogos, y la divulgación de estas cuestiones por los profesores de física.

Por ello, la propuesta de este trabajo, dirigido fundamentalmente a los profesores de Física, es resaltar la importancia, como decimos en el Resumen inicial, que desempeña la historia en la enseñanza de la ciencia: no solo nos muestra, como en este caso, los vínculos existentes entre la música y la física, sino que nos enseña que aquella noción de ciencia, lamentablemente tan difundida, como compartimento estanco e independiente de otros saberes humanos, en particular de las artes, no solo es arbitraria e infundada, sino perniciosa para comprenderla : la ciencia es una creación del espíritu humano y estimo, no se diferencian, en lo sustancial, la creación de una teoría científica, con la de una obra de arte.

Bibliografía

Boido, G. y Kastika E. (2002). "*La ciencia de la música entre los siglos XVI y XVIII"*. Publicado en Epistemología e Historia de la Ciencia Vol. 8 Univ. Nac. de Córdoba.

Drake, S. (1983). "*Galileo",* Alianza Editorial. Madrid.

Floris Cohen, H. (1939). "*The Scientific Revolution A Historiographical Inquiry"*, University Chicago Press. Chicago.

Gozza, P. (Ed.) (2000). , *Number to Sound, The Musical Way to the Scientific Revolution*. Kluwer Academic Publishers, vol. 64 The Western Ontario Series in Philosophy of Science, Impreso en Holanda.

Kepler, J. (1939). "*Harmonicis Mundi"* (1619) traducido por Charles Glenn Wallis. Anápolis, the St John's Bookstore.

Robertson A. (1972). "*Historia general de la música" desde el Renacimiento al Barroco*. Editorial Alpuerto S.A. Madrid.

Solis, C y Selles, M. (2005). "*Historia de la Ciencia".* Editorial Espasa, Madrid.

Wall, B. (2003). "*Glimpses of reality: Episodes in the History of Science".* Part 2, Chapter 10 "Kepler's celestial harmony". Wall & Emerson, Toronto.

Historia del Profesorado de Educación Secundaria en Fisica en el IES "Tafi Viejo"

Arroyo, Evangelina; Verón, Mercedes; Zanesky, Natalia

Instituto de Enseñanza Superior "Tafi Viejo"

natalyazanesky@hotmail.com

En el año 2011 como consecuencia de los cambios en los diseños curriculares a nivel nacional y a partir de un estudio de la oferta de carreras de Formación docente, se informa al IES "Tafi Viejo" que se suspende la matricula de una sección del primer año del Profesorado de Educación Primaria y en su lugar se habilita la inscripción para el primer año de una nueva carrera en la provincia de Tucumán que es el Profesorado de Educación Secundaria en Física (Resolución Ministerial N° 5). Nuestro instituto es uno de los tres Institutos de Formación Docente en la provincia elegidos como sede de la nueva carrera. La apertura de esta nueva carrera obedece a que Física es un área para la cual

no existe formación docente en la provincia, lo que genera un gran problema a la hora de cubrir cargos docentes para atender el espacio curricular Física.

Imaginario va a la Escuela: La Comunicación Pública de la Ciencia y la Educación No Formal.

Flores, Nadia; Scagliotti, Ariel.

Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad Imaginario Centro Cultural,
Universidad Nacional de General Sarmiento. nflores@ungs.edu.ar

Resumen

En la actualidad existe competencia entre la escuela y los medios de comunicación que invaden nuestros sentidos desde distintas fuentes y ángulos, lo que desemboca en una falta de interés y motivación por parte de los estudiantes respecto a los contenidos escolares. Los espacios de educación no formal vienen a solucionar en parte esta problemática, ofreciendo una enseñanza desestructurada respecto a la escolar, pero complementaria. El programa *Imaginario va a la escuela* perteneciente al Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad *Imaginario* dependiente del centro Cultural de Universidad Nacional de General Sarmiento posee valijas didácticas con material de laboratorio para desarrollar

experiencias prácticas interactivas con los estudiantes en el ámbito del aula. Se ha realizado una reflexión acerca de las relaciones existentes entre los ámbitos de educación no formal y la comunicación pública de la ciencia en base a las experiencias del programa mencionado, a las discusiones actuales al respecto y a un cada vez más nutrido marco teórico y antecedentes en materia de educación no formal. El impacto del programa y sus resultados, en función de testimonios de docentes y estudiantes, ha sido excelente desde su creación y continua en crecimiento.

Palabras Clave: Comunicación pública de ciencia; Educación no formal; *Imaginario* va a la escuela; Valiciencia.

Introducción

Existen múltiples experiencias en la relación entre la Comunicación pública de Ciencia y la educación no formal en el Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad *Imaginario* perteneciente al Centro Cultural de la Universidad Nacional de General Sarmiento. *Imaginario* cuenta con diversos programas que atienden a diversos objetivos, pero a una línea de trabajo en común. A continuación se describen las actividades y generalidades del programa que se tomó como base para el desarrollo de este trabajo.

Imaginario va a la escuela: ¿qué y cómo?

El Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad "Imaginario" cuenta con un programa denominado *Imaginario va a la Escuela*. Éste es un programa que lleva a las escuelas, y a otras instituciones interesadas, una batería de recursos didácticos, herramientas, dispositivos pedagógicos y recursos humanos, para compartir con los equipos docentes y utilizarlos en diferentes cursos.



Figura 1. Imaginario va a la escuela

Imaginario va a la Escuela posee dos subprogramas: *Imaginario va al Espacio* y *Valiciencia*. *Imaginario va al espacio* acerca a la comunidad escolar actividades relacionadas con la observación del cielo nocturno y *Valiciencia* lleva a las aulas, de las escuelas interesadas, actividades que se realizan durante las horas de clases.

Valiciencia se compone de nueve maletines con actividades didácticas y lúdicas diseñadas a la luz de las curriculas de la provincia de Buenos Aires para todos los niveles educativos. Este conjunto de recursos articula desarrollos propios realizados en la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), en particular por sus equipos de investigadores docentes, y por los becarios del Museo *Imaginario* con estudiantes y docentes de distintos niveles. Cada valija contiene una batería de actividades lúdicas, que los docentes junto con los guías del Museo *Imaginario* realizan en el contexto del aula. Estas actividades abarcan una amplia gama de contenidos escolares y temáticas científicas.



Figura 2. Valiciencia

Las nueve valijas son:

- CTS-Ciencia Tecnología y Sociedad
- IFE-Intercambios y Formas de Energía

- Biología
- Mecánica
- Electromagnetismo
- Óptica
- Ciencias Naturales
- Matemática
- Socio-Historia

Todas las valijas contienen un cuadernillo con actividades sugeridas para cada temática. Estos cuadernillos están pensados para los docentes dado que, además de llevar las actividades a las escuelas, este programa pretende lograr la autonomía del docente. Esto es, formar a los docentes en la modalidad y los temas que abarca el programa a través de encuentros con los mismos en los cuales se trabajan a fondo cada una de las actividades dependiendo del área del docente. Luego de estos encuentros, los docentes pueden solicitar los materiales y utilizarlos en cursos sin presencia de los guías de *Imaginario*.

Imaginario **va a la escuela: porqué y para qué**

La interacción permanente de *Imaginario* con docentes y estudiantes de todos los niveles ha permitido constatar que, en su gran mayoría, las escuelas no cuentan con recursos didácticos novedosos que faciliten el aprendizaje de la ciencia y promuevan la experimentación y la reflexión. Las escuelas, particularmente aquellas más alejadas de los grandes centros urbanos, no tienen en general acceso a museos interactivos que realicen este tipo

de experiencias con instalaciones adecuadas. Más aun, diversos factores contribuyen a que no resulte un objetivo accesible organizar visitas a museos interactivos u otros espacios equivalentes y menos aún hacerlo de un modo regular o sistemático.

En razón de ello, se diseñó un programa con el fin de acercar algunos recursos a las escuelas de la mano la de educación no formal. Su propósito es compartir un enfoque y metodología interactiva para la comunicación pública de la ciencia y la enseñanza de la ciencia en las aulas. Esto implica dos puntos de acción: por un lado, presentar y reflexionar junto con los equipos docentes sobre sus potencialidades y aportes de las actividades, como así también, sobre las dificultades que pueden surgir en su implementación dentro de la clase y por otro, el trabajo conjunto de miembros de *Imaginario* y de cada docente en su respectivo curso.

Ante todo, *Imaginario va la Escuela* promueve el protagonismo del estudiante, la generación de interrogantes, así como la discusión de diferentes hipótesis. Aquí lo importante no es la explicación acabada de los fenómenos presentados, sino la motivación de los estudiantes por conocer más acerca de ellos, principio que se sustenta en las características relevantes de comunicación pública de ciencia. Se busca generar en los estudiantes una nueva manera de mirar el mundo que los rodea, donde éste deja de ser una realidad externa y ajena y pasa a convertirse en un objeto de estudio sobre el cual poder reflexionar.

Marco Teórico

Divulgación de la ciencia o comunicación pública de la ciencia.

Es vasta la lista de autores que, en los últimos 50 años, han escrito y escriben sobre la importancia, en distintos aspectos, de la divulgación de la ciencia. Sin embargo, es necesario aquí poner una referencia al tipo de tarea que realizamos en el contexto de Imaginario va a la Escuela, como ámbito de educación no formal, frente a la divulgación. En primer lugar, vamos a exponer algunas definiciones y sobre todo cuáles son las diferencias entre los distintos términos que se le dan a esta tipo de tareas.

La autora María de los Ángeles Erazo Pesántez, en su tesis doctoral, hace una recopilación de estas definiciones. Erazo marca una diferencia muy importante entre la divulgación y la comunicación pública de la ciencia. La divulgación científica, sostiene la autora, es la recreación de contenidos o investigaciones científicas de manera de facilitar la compresión por parte de público general fomentando una actitud más crítica sobre estos. En la divulgación subyace el supuesto de un dialogo unidireccional, donde el divulgador da a conocer los acontecimientos científicos en un leguaje más ameno pero sin embargo no existe un dialogo con los interlocutores. La comunicación pública de ciencia implica un dialogo entre el comunicador y el receptor y entiende un grupo de acciones más complejos que la divulgación. Es decir, la comunicación pública de la ciencia involucra escenarios tan diversos como los medios de comunicación masivos, los clubes de ciencia, los espectáculos, el periodismo científico y otros lugares de educación formal y no formal.

El desafío más importante de la comunicación pública de la ciencia es hacer un puente entre el lenguaje específico de la ciencia y el popular. La autora en cuestión da algunas características que debería poseer un comunicador de la ciencia: "*…se necesitan personas creativas, que estén en constante aprendizaje y capacitación; no sólo para que expongan la ciencia en un lenguaje claro y sencillo, sin perder rigurosidad, sino también para que cumplan con su triple responsabilidad: informar, explicar y facilitar la comprensión de la ciencia*." (Erazo Pesántez, 2009, pág. 300).

Aquí podemos destacar algunas otras apreciaciones realizadas por el periodista científico Manuel Calvo. El periodista afirma que la comunicación entre los científicos y el público general suele ser muy difícil, por lo tanto, debe aparecer en esta relación un tercer actor: el divulgador, que funciona como un nexo entre los otros dos y que "*…traduce la jerga del investigador para suscitar interés, curiosidad y emoción*" (Calvo, 2002, pág. 103).

Pero cuáles son las funciones de la comunicación pública de la ciencia es una pregunta que tiene múltiples aristas. La UNESCO mencionó estas aristas (Carderelli, 2009): "*Una de ellas es la política. La democracia requiere que todo ciudadano ilustrado pueda conocer el estado de los conocimientos y de los desconocimientos y, también, sus aspectos éticos. Pero tiene además una dimensión científica. Cuando aparecen constantemente nuevos campos de ignorancia, cuando la aplicación o no de un descubrimiento es cada vez más determinante para el futuro de la humanidad, es urgente y necesario abrir un diálogo entre las diferentes formas de saber y preguntar*"[8]. Sin embargo, estas no son las únicas funciones que

[8] Documento oficial de la UNESCO, referente a las reuniones Filosóficas que este organismo auspició en 1995.

debemos tener en cuenta. Manuel Calvo, en uno de sus artículos periodísticos, expone una multiplicidad de funciones para la comunicación pública de la ciencia. A continuación, se resaltan las que se consideran más importantes a los efectos de este trabajo:

- *Cohesión entre grupos sociales:* la comunicación pública de la ciencia, según el periodista, debe poder realizar una conexión entre los grupos sociales que permita a los individuos participar de las aspiraciones y las tareas del poder científico.
- *Incremento de la calidad de vida:* aquí, Manuel Calvo interpreta que la comunicación pública de ciencia entrega a los individuos tanto el placer del conocimiento como las herramientas para el aprovechamiento de la naturaleza y los recursos científicos.
- *Complemento de la enseñanza:* la comunicación pública de la ciencia no sustituye a la formación escolar pero aporta a cubrir los vacíos en ésta. Estos vacíos se generan, como expone Erazo en su tesis, por los vertiginosos avances de la Ciencia que el sistema educativo no alcanza a asimilar. Así, la comunicación pública de la ciencia inserta en el sistema educativo aporta también en la generación de distintas visiones de la ciencia.
- *Combatir la falta de interés:* la comunicación pública de ciencia puede y debe acercar al público las herramientas que ayuden a entender su entorno, no sólo natural sino además social, para motivar en éste un entendimiento más acabado del discurso dando lugar a intereses más profundos.

La educación no formal

Entender los espacios de educación no formal como espacios de complemento para las actividades de educación formal es un concepto que está en pleno auge.

Se entiende a la educación no formal como el conjunto de medios e instituciones que generan efectos educativos a partir de procesos institucionales, metódicos y diferenciados que cuentan con objetivos pedagógicos previa y explícitamente definidos, desarrollados por agentes cuyo rol educativo está institucional o socialmente reconocido, y que no forman parte del sistema educativo graduado o que, formando parte de él, no constituyen formas estricta y convencionalmente escolares (Carderelli, 2009). Dentro de esta definición se puede ubicar a los Museo de Ciencias como espacios de educación no formal que complementan plenamente los espacios formales a través de dinámicas y actividades cuyas temáticas están contempladas en las curriculas escolares y que se desarrollan usualmente de maneras diferentes a las de las instituciones educativas.

Según las sociólogas Cardarelli y Waldman[9], la educación no formal se define como no institucionalizada y en los últimos años son las ofertas extra-escolares las que satisfacen necesidades de motivación de los estudiantes.

Los Museos de Ciencias como *Imaginario* se convierten en un pilar fundamental en la educación escolar, dado que proveen al docente de herramientas novedosas y lúdicas para estimular el proceso de enseñanza-aprendizaje institucional. *Imaginario va a la Escuela* surgió y continúa desarrollándose en

[9] Documentos de la Cátedra de Educación no Formal, de la facultad de Educación de la Universidad Católica Argentina. 2009.

función de las premisas expuestas anteriormente, pues ofrece espacios no formales de educación que se complementan y están en constante diálogo con los diseños curriculares escolares.

Metodología

Las actividades ofrecidas por *Imaginario va a la Escuela* están disponibles para todos los interesados y son libres y gratuitas. Mediante un mecanismo de difusión, los docentes y directivos de instituciones escolares se ponen en contacto con el Museo *Imaginario* y se coordinan fechas y horarios para visitarlos con las actividades.

Las valijas didácticas que conforman el sub-programa *Valiciencia* están especialmente diseñadas para los diversos tipos de actividades que promueven y proponen. A grandes rasgos, posibilitan y ofrecen recursos para actividades:

- Demostrativas-participativas: actividades que son desarrolladas por el docente o por los guías. Son participativas porque el desarrollo de la actividad supone un ida y vuelta entre quien administra los materiales y quienes observan, siendo los estudiantes los protagonistas. Es así como estos últimos son quienes formulan las preguntas, toman decisiones, regulan el tiempo y construyen las conclusiones. En este tipo de actividades se encuentran aquellas que por las características del material utilizado (complejidad, tamaño, costo, seguridad en manipulación) es conveniente que lo utilice o supervise cuidadosamente un docente.

- Grupales: estas actividades tienen la característica de taller, en hasta 6 grupos de 6 integrantes cada uno, garantizando los materiales para cada equipo. Son las más numerosas y las que expresan de mejor manera el espíritu de trabajo de este programa, ya que garantizan una participación más completa de los estudiantes, un trabajo en equipo y posibilitan prácticas enriquecedoras como los juegos de roles.
- Para Educación Primaria: debido a una evaluación del programa, que reveló una alta demanda de la escuela primaria, se ha decidido el diseño, construcción e implementación de la valija de Ciencias Naturales y generar actividades dentro de las valijas de Matemática y Socio-historia que atiendan a los requerimientos de este nivel educativo.

Como se desprende, en parte, de lo presentado hasta aquí, las actividades se caracterizan por:

- Partir de las inquietudes que se planteen en la clase, incentivando su aparición y posterior discusión.
- Permitir a los estudiantes explicitar sus ideas en torno a los fenómenos tratados, para poder recogerlas y trabajar a partir de ellas.
- Poseer consignas abiertas, donde el estudiante pueda regular y decidir sobre las acciones a llevar a cabo. De esta manera los estudiantes se vuelven protagonistas de la experiencia y no ocupan un lugar de receptores pasivos.
- Proveer de experiencias interactivas para el aprendizaje de la ciencia, donde se favorezca la participación, con la intención de que los estudiantes pongan en juego sus

sentidos y desde la percepción, entendida no solo como la visual, puedan analizar la experiencia propuesta.

Actividades en ferias de ciencias y jornadas especiales

Usualmente algunas de las actividades de las valijas didácticas se unifican en función de un hilo conductor en particular para participar en eventos o jornadas con varios grupos escolares. A modo de ejemplo, se puede mencionar el taller "Qué onda con las ondas" llevado a cabo en Concordia, Entre Ríos, gracias a la invitación de la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG), durante el IV Encuentro de las "Jornadas de Alfabetización de las Ciencias". La actividad constó de una introducción general donde se expusieron las características generales de las ondas, los tipos de ondas, y las características de las ondas mecánicas y electromagnéticas. También se dialogó sobre radiación, electricidad y magnetismo, modelización matemática y los trasfondos sociales, políticos y económicos históricos que motivaron, impulsaron o interrumpieron avances tecnológicos. Luego se proyectó un video a modo de disparador para la discusión y el desarrollo de las actividades prácticas. Finalizado el video, se realizó una puesta en común general y, después, se dividió a los estudiantes en 3 grupos. El primer grupo se centró en actividades relacionadas con modelización de ondas a partir de un software de geometría dinámica y llevó a cabo la construcción –con otras herramientas geométricas– de piezas de *origami*. El segundo grupo efectuó experiencias prácticas de laboratorio relacionadas con ondas mecánicas, electromagnetismo y óptica; mientras que el tercero realizó una actividad relacionada con la vinculación de los fenómenos

políticos, económicos y sociales con la ciencia y tecnología. Durante el cierre se resaltaron los conceptos desarrollados durante las instancias de trabajo grupal diferenciado y se vincularon en función de visiones de ciencia y desarrollo.



Figura 3. Modelización matemática de ondas. Concordia, Entre Ríos, 27 de junio de 2013.



Figura 4. Actividades sobre Electromagnetismo. Concordia, Entre Ríos, 27 de junio de 2013.

Más allá de perseguir el objetivo de captar la atención de los estudiantes a través de una instancia de educación no formal, estos talleres pretendien transmitir una idea clara: la ciencia no es algo difícil e inalcanzable. El científico no es solitario y un laboratorio puede ser cualquier lugar donde se esté estudiando un objeto o fenómeno en particular.

Frente a la avanzada de la globalización y a los desafíos para las futuras generaciones, como la escasez de recursos naturales, resulta necesaria esta visión para una formación, de cada ciudadano del país, que permita la adaptación a estos nuevos tiempos[10].

Resultados y Discusión

Un Museo Interactivo de Ciencia es un espacio que vincula la educación no formal y comunicación pública de la Ciencia a través de exposiciones didácticas, lúdicas e interactivas, donde el visitante se apropia de conceptos y quehaceres científicos de manera entretenida. La interactividad es un concepto muy amplio que tiene múltiples variantes. La misma puede ser entendida desde la activación por medio de una botonera de un artefacto (módulo) hasta la puesta en juego del cuerpo del visitante. Pero no sólo queda allí, pues se puede entender a la interactividad como una conversación entre el visitante y el comunicador acompañante de la muestra, el guía. Un guía es aquel que pueda dar un sentido a la muestra en cuestión, que ayuda la comprensión de fenómenos y herramientas, que fomenta la participación del visitante y

[10] Noticia publicada el 29 de junio de 2013 por la Comisión Administradora para el Fondo Especial de Salto Grande (CAFESG)

estimula la imaginación con preguntas. El guía es aquí el comunicador de la ciencia inmerso en un ámbito de educación no formal que ayuda a la educación formal a alcanzar los avances científicos de una manera clara y sencilla.

Desde sus comienzos hasta la fecha se ha podido corroborar, a través de intercambios con docentes y estudiantes de todos los niveles, que la oferta de este programa logra promover el interés en las distintas ciencias, estimular la curiosidad y la creatividad en los estudiantes, proveer a la comunidad educativa distintas herramientas novedosas para el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, animar y estimular actitudes de descubrimiento de distintos fenómenos vinculados con la cultura científica y estimular actitudes críticas en el público.

Los éxitos o fracasos obtenidos respecto a la relación entre la educación formal y comunicación pública de la ciencia son difíciles de evaluar, dada su complejidad y sobre todo porque involucran procesos de aprendizajes profundos. Cambiar la visión sobre los quehaceres y conocimientos científicos es una tarea que implica periodos extensos. Sin embargo, en el caso específico de *Imaginario va a la escuela*, se pueden presentar algunos datos numéricos que exhiben los alcances del programa. Si bien *Imaginario va a la escuela* nace en 2005, solo desde el 2010 cuenta con personal estable para su implementación. En los últimos tres años el programa logro llevar sus actividades a 30541 estudiantes de 98 escuelas de la zona de influencia de la UNGS y ha logrado propiciar encuentros de formación con 882 docentes que han resultado sumamente enriquecedores tanto para los docentes como para los guías de *Imaginario*. Además, los alcances del programa han llevado a replicar las experiencias mencionadas en las provincias de Santa Fe y La Pampa con docentes de escuelas de distintos niveles educativos y con

Investigadores docentes universitarios con excelentes críticas y resultados.

Conclusiones

La comunicación pública de la ciencia en espacios de educación no formal como Museo Interactivos de ciencia abre nuevos caminos en la persecución del objetivo de comunicar los avances y conocimientos científicos y tecnológicos fomentando el interés y propiciando espacios y experiencias que muchos estudiantes de escolaridad media y primaria han aprovechado para aumentar sus habilidades y conocimientos. El acercamiento temprano de los estudiantes a este tipo de experiencias puede generar nuevas inquietudes por la búsqueda de conocimiento y la valoración que éste necesita.

La relación que se puede establecer entre la comunicación pública de la ciencia y los espacios de educación no formal puede ser satisfactoria para ambas dado que se retroalimenta y se complementa, no sólo en sus objetivos primarios sino también en sus formas de transmitirse. En esta relación es sumamente importante el nexo, el comunicador, el guía, y todo aquel que pueda transmitir sus conocimientos de manera clara, sencilla y dinámica para que los estudiantes adquieran cierta confianza a la hora de sumergirse en el estudio de un fenómeno en particular.

Bibliografía

Calvo, Manuel. (2002). ¿Popularización de la ciencia o alfabetización científica?. *Ciencias, 66, pág. 100-105.*

Carderelli, Graciela y Waldman, Lea (2009). *Educación Formal, No Formal e Informal y sus parecidos de familia*, material de la cátedra de Educación No Formal de la Facultad de Educación de la Universidad Católica Argentina.

Erazo Pesántez, María de los Ángeles (2009). La Comunicación pública de ciencia en el centro de la política científica, tesis doctoral.

María de los Ángeles Erazo Pesántez. Tesis doctoral: La Comunicación Pública de la Ciencia en el centro de la Política Científica. Universidad de Salamanca. 2009.

Impacto de Experiencias Didácticas de Física en Alumnos de Primaria y Secundaria

Walz, María Virginia[1]; Albarenque, Roberto Luis[2]; Triano, José María[1].

1: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos;
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos.
2: Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de Entre Ríos.
virginiawalz@bioingenieria.edu.ar

Resumen

Es bien conocido el verdadero impacto que generan en los alumnos las actividades experimentales, al requerir el ejercicio de razonar, indagar, descubrir, crear, experimentar, interactuar, concluir para poder formalizar un concepto físico. Despertar la creatividad y curiosidad intelectual ayuda a activarse cognitiva-afectivamente y a generar el feed-back necesario para constatar el nivel de comprensión que por sí mismos van consiguiendo. Sabemos además que familiarizarlos con las ciencias desde niños, resonará en su posición y perspectivas futuras respecto al saber y al hacer.

Desde la articulación docencia-extensión universitaria realizamos de antaño actividades de divulgación científica-tecnológica, extraprogramadas, no formales, visitando instituciones educativas, jornadas y ferias de ciencias, con el propósito de favorecer la interactividad y la participación que, naturalmente, el carácter experimental propicia.

Con el propósito de conocer acerca del: a) impacto en los alumnos que suscita experimentar y descubrir algunos fenómenos físicos a través de la experimentación; b) conocimiento previo de los alumnos y de la fuente de información más usada por ellos; y, c) gusto y la curiosidad por la ciencia, en cada visita realizamos una encuesta para recabar datos al respecto.

En este trabajo deseamos compartir el análisis de las respuestas de los alumnos volcadas en cada encuesta.

Palabras Clave: Experimentación; Interactividad; Aprendizaje; Impacto.

Introducción. Marco Referencial

Dentro de los lineamientos curriculares argentinos generales[11], el enfoque con el que se abordan las Ciencias Naturales es desde la Alfabetización Científica. Ya, en el Nivel Inicial se plantean propuestas de enseñanza que interrelacionan y articulan distintos espacios y tiempos de la vida cotidiana. La preocupación por cómo hacer para "enseñar a aprender más" pone el énfasis en los procedimientos, un "saber hacer" (Dewey, 1977) muy ligado a la concepción del método científico:

[11] Ley de Educación Nacional Nº 26206.

"formulación de preguntas y explicaciones provisorias, diseño y evaluación de proyectos, selección y tratamiento de la información, interpretación, comunicación". En su desarrollo podremos observar que el "saber hacer" se traduce en procesos graduales y secuenciados en torno a las posibilidades de la Investigación Escolar. Particularmente, uno de los estándares curriculares de nuestra provincia de Entre Ríos es dar cuenta de la importancia de que los alumnos se acerquen de diversas formas y con distintas estrategias al mundo del cientista social[12],[13].

Entre los contenidos a ser trabajados con la complejidad adecuada según el ciclo escolar, utilizando nuevas situaciones pedagógicas-didácticas se propone el tratamiento de las características y modos de producción científicos de la Física como Ciencia y su relación con Tecnología, Sociedad y Ambiente. Entre los temas a abordar puede mencionarse la entrada a las características macroscópicas y submicroscópicas de los materiales en relación con su estructura. Asimismo, a través de técnicas sencillas de laboratorio, se va introduciendo al alumno en el manejo del material de laboratorio para, por ejemplo, medir diferentes parámetros físicos y también conocer experimentalmente las propiedades macroscópicas de la materia.

En el espacio curricular de quinto grado se encuentran temas de Física Ondulatoria como: ondas, tipos de ondas, fenómenos ondulatorios, sonido, características del sonido (tono, timbre, intensidad), fenómenos del sonido como resonancia, reverberación, eco, difracción y refracción.

En el área de la Física Óptica se abordan los siguientes contenidos temáticos: trayectoria rectilínea de la luz, reflexión

[12] Ley Provincial de Educación de Entre Ríos N°9890.
[13] Consejo General de Educación de la Provincia de Entre Ríos-Argentina. (2008). Lineamientos Curriculares para la Educación Primaria.

con espejos planos y esféricos, refracción de la luz a través de distintos medios transparentes, reflexión interna total, marcha de rayos, lentes (tipos, formación de imágenes). Dentro del contenido procedimental del eje temático "Los organismos y el medio" del espacio curricular de cuarto grado, se plantean observaciones con lupa de ejemplares vertebrados e invertebrados.

En algunas escuelas estos temas se están impartiendo en forma teórica y en algunos casos su desarrollo está acompañado por la realización de algunos experimentos caseros.

En el espacio curricular de Ciencias Naturales/Tecnología del cuarto grado y con mayor complejidad en el segundo año del Nivel Secundario se introduce la noción de campo como zona del espacio donde se manifiestan diferentes interacciones, destacando la existencia de los campos eléctricos y magnéticos, entre otros campos coexistentes en la naturaleza y en los desarrollos tecnológicos. Se establece la relación entre fuerza, campo eléctrico y campo magnético, posibilitando el sustento para mostrar las interrelaciones eléctricas y magnéticas, por ejemplo, entre objetos, observando también la imantación de objetos metálicos. También, se intenta lograr la comprensión del funcionamiento de un electroimán.

En algunas escuelas, en relación a lo estratégico-metodológico, se presentan distintas situaciones problemáticas y se proponen experiencias de laboratorio donde se investigan los campos eléctricos y magnéticos. Se utilizan fuerzas sobre cuerpos usando imanes (por ejemplo, imanes en la heladera), como también se identifican las cargas y fuerzas eléctricas que existen o suceden cotidianamente (por ejemplo, cabello electrizado, pedacitos de papel que se pegan en la regla, pedacitos de plástico que se pegan en la mano).

El enfoque orientador del espacio curricular de Física en la formación general del Ciclo Orientado del Nivel Secundario presenta una secuencia de contenidos proponiendo avanzar, o comenzar, en la comprensión de los contenidos físicos de Mecánica, Calorimetría, Óptica, Electromagnetismo y Física Moderna[14].

En este marco de perspectivas y en concordancia con las múltiples actividades de popularización y divulgación de la ciencia (Triano, 2012), (Walz, 2011), (Carpio, 2005), (Gandulfo, 2005) del grupo de trabajo del Museo Interactivo "Puerto Ciencia" de la ciudad de Paraná, del cual somos parte, nuestro trabajo de antaño se centra en lo mismo, familiarizando la ciencia, motivando la curiosidad y la participación, a través de jornadas de experimentación con alumnos y docentes en instituciones educativas, ferias, jornadas y campamentos científico-tecnológicos. Para nosotros, al igual que en una práctica educativa convencional, la estimulación adquiere un importante rol en la estrategia de transparentar el vínculo entre el proceso de aprender y el de enseñar. "La motivación despierta, inicia, mantiene, fortalece o debilita la intensidad del comportamiento y pone fin al mismo, una vez lograda la meta que el sujeto persigue" (González Serra, 2008, p. 52).

En el presente trabajo deseamos compartir el impacto de esta actividad, constatado en el análisis estadístico que realizamos a partir de la colección de encuestas completadas por los participantes en la mayoría de las visitas efectuadas.

Sabemos que los alumnos responden de distintas formas, sus efectos son diferentes, y lo que los motiva a ser activos y participativos en las actividades que hemos

[14] Consejo General de Educación de la Provincia de Entre Ríos-Argentina. (2012). Lineamientos Curriculares para la Educación Secundaria.

programado y le proponemos para desarrollar es algo difícil de encontrar, por ser la motivación humana una variable no observable. No obstante, la predisposición a realizar actividades está en estrecha relación con el estímulo que genera una atmósfera positiva y es bien conocido que, aquello que tienda a que el individuo se movilice por sí mismo es lo que produce los mejores resultados en los procesos y aprendizaje (Huertas, 1997).

Por esta razón, en nuestra modalidad de trabajo, la logística de la encuesta fue la de recabar opinión del sector estudiantil en tres cuestiones que nos interesa conocer: a) el gusto por la ciencia, por el trabajo experimental y por los fenómenos físicos; b) el conocimiento de los temas abordados, respecto a las fuentes de información, saber previo; c) la predisposición y ánimo a realizar y reproducir por sí solo las experiencias realizadas. Por otra parte, además obtenemos información desde nuestra propia observación y desde la observación de los docentes a cargo de los alumnos, que luego de la visita, nos comentaron.

A partir de los resultados que vamos obteniendo del espacio escrito, donde los alumnos tienen la oportunidad de transmitirnos sus opiniones y expectativas generales con respecto a temas de índole científico y experimental, vemos que las visitas resultan positivas en un amplio aspecto, los chicos afirman en su mayoría conocer los fenómenos, pero no haberlos investigado o no sentir la necesidad de cuestionarse el por qué de ellos y el cómo funcionan ciertos instrumentos. Otros expresan que es la primera vez que observan situaciones de estas características, como por ejemplo, la trayectoria de la luz o la inversión de imágenes generada por superficies curvas reflectantes, algo tan cotidiano que puede observarse en las caras, cóncava y convexa, de una cuchara. Asimismo, evidencia

que las fuentes de información más comunes desde las cuales han tenido contacto con los temas tratados son la escuela, las revistas y la televisión. Cabe mencionar que en contadas ocasiones aparece citada Internet como fuente de búsqueda de información.

Contando sobre Nuestro Aporte Educativo desde la Física. Marco Teórico. Fundamentación Didáctica

El marco teórico de nuestra propuesta educativa se inscribe en el objetivo que persigue el Método Didáctico Alternativo de "Descubrimiento Guiado" que procura incrementar el conocimiento de los estudiantes acerca de un tema determinado estimulando su curiosidad (motivación intrínseca) con el objeto de inducirlos a desarrollar estrategias generalizadas orientadas a que aprendan a aprender procedimientos para descubrir conocimientos en otras situaciones similares o diferentes (Good y Brophy, 1996).

Comenzando con la construcción de un escenario compartido no formal, más amplio que el escolar habitual, y previo acuerdo y coordinación con directivos y docentes, desde el año 2006 realizamos visitas a instituciones educativas[15], participamos de jornadas de ciencia y tecnología[16] y campamentos científicos[17] además de organizar encuentros

[15] Visitas en Paraná, Entre Ríos: Esc. Primaria Nº 99 "Tabaré" (2013); Esc. Secundaria Nº 54 "Jorge Luis Borges" (2013); Esc. Primaria Nº 189 "Maestro Entrerriano" (2013); Esc. Secundaria Nº 13 "Gobernador López Jordán" (2013); Colegio "Nuestra Señora del Huerto" Primaria (2012); Instituto Siglo XXI Primaria (2012); Colegio "La Salle" Primaria (2009). Visita en ciudad de Ramírez, Entre Ríos: Esc. Secundaria Nº 129 "Jesús de Nazareth (2012). Visita en ciudad de Bovril, Entre Ríos: Esc. Primaria Nº 15 "Fray Justo Santa María de Oro" (2012).

[16] II Jornada de Ciencia y Tecnología – Instituto D 129 - Jesús de Nazareth – Ramírez, Entre Ríos. (2012).

[17] IV campamento científico que la Asociación Vida y Ciencia realizará en la escuela Nº 41 – Cerrito, Dpto. Paraná, Entre Ríos. (2012). 3er. Campamento Científico Interactivo "El monte Espinal a Con-Ciencia", 2do. Foro de Ciencias y Civilización. Cerrito, Dpto. Paraná. E. Ríos. (2011).

científicos en el Museo Interactivo "Puerto Ciencia"[18] de la ciudad de Paraná, con estudiantes, en general, y con alumnos de los Profesorados en Educación Tecnológica, Física y Educación Especial, en particular. Actualmente estas actividades, entre otras, están enmarcadas en un proyecto de extensión universitaria[19].

En el transcurso de un año (periodo octubre 2011-noviembre 2012) se visitaron seis instituciones educativas y tres jornadas de campamento científico, con alumnos de nivel primaria y secundaria, totalizando 264 encuestas. En lo que va del presente año, hasta julio inclusive, se concretaron cuatro visitas más a establecimientos educativos y una visita al Museo "Puerto Ciencia", sumando 148 chicos más, entre primaria y secundaria de escuelas pública y privada.

La figura 1 muestra fotografías que dan cuenta de los chicos trabajando y experimentando en los diferentes talleres.

Como se viene comentando, el propósito de estas acciones es el de acercar al público presente actividades experimentales que versen sobre temas de Física Óptica, Eléctrica y de Sonido, abriendo posibilidades para una presencia más significativa del conocimiento científico y empírico en la educación escolar, trabajando contenidos y conceptos desde una perspectiva flexible, como un buen complemento del modo educativo convencional/tradicional, enfocado en la teoría. Las actividades se plantean de modo que sean simples, divertidas, de fácil entendimiento y reproducción, tanto por los alumnos en sus hogares como por los docentes en sus aulas y para el público en general. Mediante la reflexión y la interacción, tratamos de

[18] Hasta el momento se realizaron visitas científicas con alumnos del Profesorado en Educación Especial de la Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (2013) y del Profesorado en Educación Tecnológica de la Facultad de Ciencia y Tecnología (2012-2011), Universidad Autónoma de Entre Ríos.

[19] Proyecto de Extensión de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Res. "C.S." Nº 091/11) titulado "Experiencias de Física en las aulas".

contribuir a la popularización de la ciencia, haciendo que la asimilación de sus principios resulte más efectiva. Como dice Gellon (2005), queremos que los chicos aprendan a "hacer ciencia como los científicos" y formarlos científicos (Saborío, 2003) sobre este modelo didáctico-pedagógico basamos la fundamentación didáctica de nuestra presente propuesta. Tanto la descripción de este modelo como la reseña de la metodología empleada en cada actividad escapan del contexto de este trabajo, pues la intención se centra en analizar las sensaciones que genera en los alumnos experimentar.



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

(g) (h) (i)

Figura 1: Alumnos trabajando en las propuestas experimentales que el grupo de trabajo les presenta. Las primeras tres fotos (a, b, c) fueron tomadas en el campamento científico que anualmente se desarrolla en nuestra región y el resto (d, e, f, g, h, i), al trabajo en algunas de las instituciones educativas asistidas.

Para nuestras visitas a instituciones educativas y participación en jornadas, campamentos y otros eventos afines, hemos construido un kit de experimentación de Física Óptica y Eléctrica, realizado con materiales comunes, accesibles y por sobre todo cotidianos, que permitan demostrar a través de experiencias sencillas fenómenos físicos de la vida diaria. Paralelamente, planificamos un Taller de observación y experimentación de Sonido, con sus características y propiedades físicas en un término amplio, y particularizándolo en sus efectos dañinos a corto y largo plazo en el sistema auditivo humano. El abordaje del contenido y del análisis de los resultados obtenidos en este Taller de Sonido queda fuera del contexto de este trabajo.

En cada visita nos organizamos en grupos de trabajo, guiados por un docente coordinador. En caso de visitar una institución educativa, además, se hace entrega de una caja de experimentación y cuadernillos de trabajo compuestos por las diferentes experiencias diagramadas para que los docentes puedan usarlo y para que les sirva para crear y construir nuevas experiencias. Trabajamos con materiales comunes y accesibles que permitan demostrar, con montajes sencillos, fenómenos físicos cotidianos y que sean fácilmente reproducibles por los alumnos en sus hogares así como por los docentes en sus aulas.

En estos encuentros, los estudiantes realizan las experiencias propuestas e intentan diseñar nuevos experimentos como respuesta a situaciones problemáticas y desafíos planteados, con la ayuda y la guía del docente y su propia motivación. Parafraseando a Good y Brophy (1996), deseamos provocar la curiosidad intelectual con el objeto de inducir al alumno a aprender a desarrollar estrategias orientadas a que

aprendan a descubrir conocimientos en otras situaciones similares o diferentes.

Por ejemplo, en la actividad que hace referencia a las leyes de reflexión y refracción de la luz, uno de los desafíos consiste en lograr descubrir y trazar la trayectoria del rayo de luz en un periscopio armado con espejos planos y reproducirlo pero con prismas de reflexión total; además de investigar luego sobre los diseños actuales. En cuanto a situaciones problemáticas de Física Eléctrica, el desafío está orientado a investigar y analizar algunas de las conexiones eléctricas sencillas que se encuentran en el aula, y por qué no en el hogar (bajo el cuidado de un mayor), e intentar reproducirlas esquemáticamente y quizás hasta en un simple ensamblado, todo bajo la tutela del docente; mientras que, desde las ondas sonoras, los desafíos parecen ser mayores al proponer la construcción de un modelo simple de oído humano, la interferencia de ondas sonoras o "hacer bailar" a esferas de telgopor.

En estas instancias experimentales, la interacción del alumno con los materiales es de suma importancia para ayudar a mejorar la comprensión de los conceptos y fenómenos que se están visualizando y a fijarlos. Asimismo, la interactividad entre ellos genera comunicación, favoreciendo el intercambio de ideas y el aprendizaje significativo (Ronchi, 2005).

Resultados y Conclusiones. Impacto que Estamos Obteniendo

Como fuentes de verificación de indicadores de nuestra actividad, al finalizar los talleres, jornadas, visitas, los alumnos completan una encuesta sobre las ideas trabajadas. La Figura 2

muestra parte de la encuesta entregada a cada alumno y la manera de completarla.

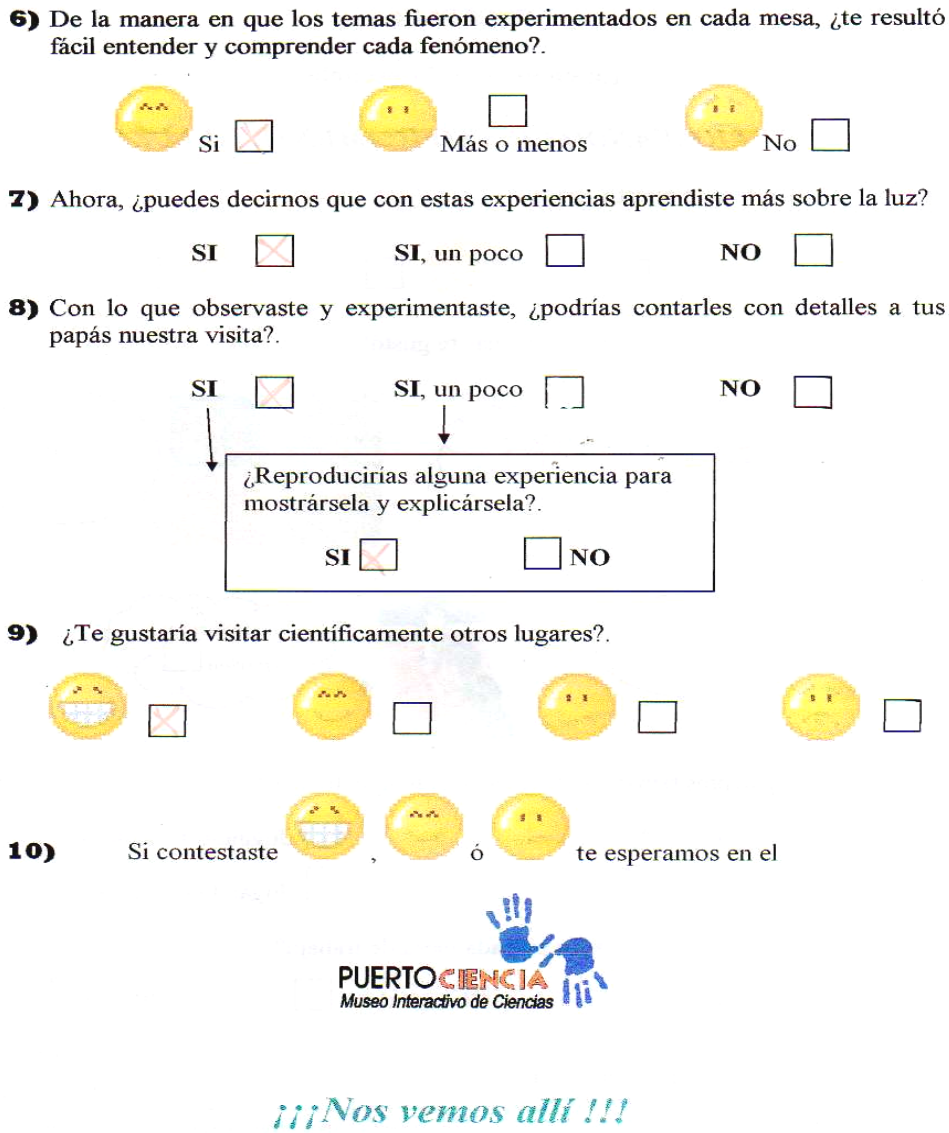


Figura 2: Parte de la encuesta "Curioseando Científicamente" que completan los alumnos luego de realizar las experiencias propuestas

Las encuestas están diseñadas amigablemente y son de fácil interpretación, con objetivos claramente definidos y

organizadas en tres ejes de experimentación y observación, que hemos nombrado "Curioseando científicamente", "Observatorio microscópico" y "¿Oímos o escuchamos?". A manera orientativa, se utilizan esquemas y gráficos representativos de las experiencias. Para optimizar su tiempo de llenado, el procedimiento elegido es, principalmente, marcar casillas, las cuales según la pregunta formulada se corresponden con emoticones representativos de "Me gustó", "Me gustó más o menos", "no me gustó"; "Sí", "Más o menos", "No". Las encuestas son anónimas y voluntarias y cada alumno puede llenar una por cada eje temático que realice.

La población blanco es un grupo de alumnos en un rango etario de 9 a 15 años para las experiencias correspondientes a "Curioseando científicamente" y "Observatorio microscópico", totalizando 412 encuestados.

Encaramos el estudio desde la idea base de desear conocer si tienen gusto por la ciencia y en particular por los fenómenos físicos, haciendo hincapié en su naturaleza y en su presencia en la vida cotidiana. Los primeros análisis del relevo de los datos nos muestran en los alumnos disposiciones ampliamente favorables a lo que el equipo de trabajo está ofreciendo. El éxito de estas visitas también surge del análisis posterior de las observaciones de los docentes a cargo de las experiencias, conjugadas con los comentarios de los docentes responsables de los cursos. Respecto al conocimiento previo de los temas y cuáles han sido las fuentes de información, una gran cantidad de alumnos ha comentado también que ha asistido a jornadas, ferias y en particular al Museo Interactivo "Puerto Ciencia" y varios agregan obtener información de Internet.

A continuación exponemos los resultados que consideramos significativos de nuestra actividad, obtenidos hasta

el momento y damos lugar a opiniones y conclusiones pertinentes.

- En cuanto a cómo le resultó nuestra visita, el 100% de los entrevistados coincidieron en la respuesta, resultando "Muy Buena". No obstante, en lo que se refiere a que si le gustaría visitar científicamente otros lugares, un 70% responde "Sí", y el resto se dispersa entre "Puede ser", "Más o menos" o "No".
- Los temas que más gustaron fueron los menos vistos por los alumnos. Tanto para alumnos de primaria como de secundaria, la observación microscópica resultó ser una de las actividades más atrayentes (62%). Lo que más fascinó ver al microscopio fue un piojo y su liendre, resultándoles a la vez "repugnante" y "horrible"; decían "parece un monstruo" y sin desearlo de antemano, también resultó en una "toma de conciencia" y en una "advertencia de higiene" al ver sus garras. Además, observaron tejido, hilo, hojas, mosquito, araña, granito de azúcar y sal, entre otros tantos. Al igual, resultaron las experiencias referidas a agudeza visual, daltonismo, ilusiones ópticas, punto ciego, logrando un 58% de aceptación. El interés por las experiencias de adición y sustracción de colores de la luz y composición-descomposición de la luz solar fue muy alto y positivo (50%); sin embargo, más variante, pues estuvo supeditado a la adecuación del espacio áulico y al estado del tiempo. Algunas aulas con ventanas sin cortinas y días nublados dificultaban la realización de estas actividades y la motivación del alumno no era la misma. En estos casos, la estadística arrojó valores menores al 10% en las escuelas secundarias, pero mayores en las primarias, dando

cuenta de que el interés y la curiosidad son, naturalmente, distintos. Algo similar ocurre con las experiencias que hacen uso de luz laser en su desarrollo, como por ejemplo, reflexión y refracción de la luz y uso de espejos planos y curvos y prismas de reflexión total. Sorprendieron, tanto a niños como adolescentes, los tres instrumentos ópticos fabricados por el equipo de trabajo, el caleidoscopio, el periscopio y la caja mágica[20]. En la experiencia con circuitos eléctricos también es necesaria cierta penumbra para mejor apreciación del fenómeno a estudiar. Su atractivo es mayor en niños (51%) que en adolescentes (43%).

- En cuanto a los resultados referidos a conocimientos, hallamos que un gran porcentaje de alumnos (82%) conocía algunos de los temas tratados. Muchos afirman conocer y/o haber visto con el microscopio en la escuela y en clases de Biología y algunos alegan tener uno en sus hogares. Otros comentan conocer algo sobre daltonismo y cuestiones generales del sistema óptico humano; sin embargo, cuentan tener mayor idea sobre imágenes de ilusiones ópticas, porque los entretienen y divierten. Respecto a las fuentes de información, en la encuesta fijamos 6: "Escuela", "Revistas", "Radio", "Libros", "Televisión", "Te contaron". A propósito decidimos no anotar "Internet". No obstante esto, en varias encuestas aparece escrito este recurso. Mientras que la "Radio" ocupa un extremo (0%), la escuela, las revistas y la televisión son los más elegidos.
- Sobre si les resultó fácil entender el concepto y/o fenómeno físico, la mayoría (90%) marca "Sí" y

[20] Dispositivo que consta de 4 espejos, cada uno dispuesto en cada vértice de una caja cuadrada, permitiendo realizar la trayectoria de la luz entre dos orificios ubicados en dos caras paralelas.

manifiesta haber conocido y/o aprendido algo más sobre el tema abordado. Por otro lado, si bien muchos afirman poder contar con detalles las experiencias, en contraste, varios de ellos declaran no poder reproducirlas para explicarlas y exponen razones muy diversas: "depende de que si son peligrosas no las hago, si no lo son sí", "me costaría y no tendría los materiales".

- Por su parte, al finalizar la jornada o visita, la mayoría de las personas a cargo o docentes expresaron observar en los alumnos, estar interesados, tener disciplina y prestar cuidado con los materiales. Asimismo, observaron "ganas por interesarse", "jugar y descubrir", actitudes positivas y favorables. Nos manifestaron gratitud y expresaron que esta actividad era muy útil para concretizar fenómenos y practicarlos. Por nuestra parte estuvimos muy a gusto en todos los lugares visitados y notamos que en general la propuesta es de interés para la comunidad de educadores en ciencias, muchos docentes estaban muy interesados por participar, a la par de sus alumnos; aunque, otros permanecieron a un costado.

- Refiriéndonos a alumnos secundarios, de la lectura y análisis de las encuestas surgen cuestiones que tienen que ver con dificultades en la comprensión lectora, en las consignas y en seguir la encuesta, respuestas que no se condicen con lo preguntado, como por ejemplo responder "circuitos eléctricos" al preguntar que te gustó más ver al microscopio, complicación con los conceptos y fenómenos, redacción ambigua, como por ejemplo "dalton, electrones" y "electrónica" para definir "daltonismo y circuitos eléctricos", o bien "energías,

electromagnetismo" permitiéndonos inferir que desea definir "potencia de los focos, circuitos eléctricos". Algo muy curioso también es la incapacidad de relacionar la mayoría de los fenómenos experimentados con lo que ocurre a nuestro alrededor, o encontrar un ejemplo de la vida cotidiana. Al respecto de esto último, un caso muy común entre los alumnos tiene que ver con no haber percatado que las imágenes que generan los espejos curvos tienen características distintas y, al constatarlas en las caras de una fuente o una cuchara, elementos tan comunes y usados por todos, se sorprenden.

Bibliografía

Carpio, A.; Osella, C.; Romero, G. y Ronchi, R. (2005). Una experiencia de desarrollo de material didáctico para enseñanza de ciencias y tecnología. Libro de la *9ª Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para América Latina y el Caribe (Red Pop) – Unesco*.

Dewey, J. (1977). *Mi credo pedagógico. Teoría de la educación y sociedad*, Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Gandulfo, M.I.; Berardi, O. y Walz, M.V. (2005). Curioseando científicamente nuestro teatro. Libro de la *9ª Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para América Latina y el Caribe (Red Pop) – Unesco*.

Gellon, G.; Rosenvasser Free, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el Aula*, Buenos Aires: Paidós.

González Serra, D.J. (2008). *Psicología de la Motivación*, La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Good, Th. y Brophy Y. (1996). *Psicología educative*, Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

Huertas,J. A. (1997). *Motivación. Querer aprender*, Buenos Aires: Aique.

Ronchi, R.; Carpio, A. y Secco, C. (2005). La interactividad mejora la enseñanza de las ciencias. Libro de la *9ª Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para América Latina y el Caribe (Red Pop) – Unesco*.

Saborío, L. (2003). *¿Cómo enseñar ciencias para formar niños, niñas y jóvenes científicos? Módulo autoformativo de actualización a docentes para participar en ferias de ciencia y tecnología*. Ministerio Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica.

Triano, J.M. y Walz, M.V. (2012). Reflexiones sobre la comunicación didáctica experimental en la formación de formadores en tecnología. *Revista Novedades Educativas, vol (), pp. 22-22.*

Walz, M.V.; Weisz, R.M.; Albarenque, R.L. (2011). Antecedentes en Popularización de la ciencia. *Libro de trabajos del XI Congreso Iberoamericano de Extensión Universitaria "Integración, Extensión, Docencia e investigación para la inclusión y cohesión social"*.

Las Ciencias Experimentales al Alcance de Todos: Laboratorios Móviles.

Dubini, Lilia[1]; Calderón, Marcela[2];
Erice, Maria Ximena[1]; Moretti, María Cristina[1];
Franco Profili[3]; Eliana López Cavallotti[3];
Agustín Miguel Bilen[3]; Juan Andrés Hofer[3];
Vanesa Garcia[3]; Santiago Fernandez[3];
Noelia Fredes[3]; Verónica Penas[3]; Federico Santos[3];
Lucia Martínez Gil[3]; Laura Ferrer[4];
Belén Marchena[4].

1: Intituto de Ciencias Básicas y Facultad de Educación Elemental y Especial. UNCuyo.
2: Instituto de Ciencias Básicas. UNCuyo.
3: Estudiantes del Instituto de Ciencias Básicas. UNCuyo
4: Estudiantes de la Facultad de Educación Elemental y Especial. UNCuyo
ldubini@uncu.edu.ar

Resumen

El proyecto plantea el diseño, construcción y puesta en marcha de "Laboratorios móviles", entendidos como mini laboratorios portátiles generales y/o temáticos acompañados de

materiales didácticos elaborados por especialistas. Contienen elementos para la comprensión de fenómenos y procesos biológicos, físicos, químicos y ambientales tratados desde diversas perspectivas, donde el eje vertebrador de la propuesta es la integración de saberes.

Este proyecto se enmarca en Educación no formal por un lado, dado que estos laboratorios pueden ser trabajados en clubes de ciencia, comunidades, uniones vecinales, ONG´s, y en Educación formal, al trabajar con escuelas que no cuentan con materiales de laboratorio.

Objetivos generales:

- Alfabetizar científicamente a distintos grupos sociales a partir del diseño de mini laboratorios donde el conocimiento académico sea accesible y significativo para dichos grupos.
- Generar espacios de aprendizaje e interacción entre la comunidad científico- tecnológica y los actores sociales involucrados, en vistas de promover el pensamiento crítico.

La metodología utilizada es experimental sin grupo testigo, donde se articula la extensión y la investigación desde la acción.

Palabras Clave: Estrategias; Prácticas experimentales; Articulación; Aprendizaje.

Stand: Imaginario va a la Escuela

Scagliotti, Ariel; Flores, Nadia

Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad Imaginario Centro Cultural,
Universidad Nacional de General Sarmiento.
ascaglio@ungs.edu.ar

Resumen

El Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad "Imaginario" perteneciente al Centro Cultural de la Universidad Nacional de General Sarmiento cuenta con un programa denominado "Imaginario va a la Escuela". Este programa dispone de dos subprogramas: "Valiciencia" e "Imaginario va al Espacio". El primero de ellos traslada al ambiente áulico experiencias prácticas de laboratorio en diferentes valijas didácticas. Todas las actividades poseen, al igual que los módulos del Museo, la interactividad como el eje sobre el cual gira la dinámica de la propuesta. El segundo subprograma propone observaciones nocturnas con telescopios en escuelas y toda institución interesada

El programa "Imaginario va a la Escuela" es implementado desde el año 2006 y desarrollado en la zona de influencia de la Universidad como prueba piloto. Los resultados son positivos, recibiendo gran aceptación y con un impacto que crece año a año.

Palabras Clave: Comunicación pública de ciencia; Educación no formal; *Imaginario* va a la escuela; Valiciencia.

Introducción

"Imaginario va a la Escuela" es un programa que lleva a instituciones educativas de todos los niveles, en coordinación con las autoridades y profesores de las mismas, un conjunto articulado de recursos didácticos, herramientas y dispositivos pedagógicos para compartir con los equipos docentes y utilizarlos en diferentes cursos. Su propósito es compartir un enfoque y metodología interactiva para la enseñanza de la ciencia, que implica un doble movimiento: por una parte, presentar y reflexionar junto con los equipos docentes sobre sus potencialidades y aportes así como sobre las dificultades que pueden surgir en su implementación dentro de la clase y, por otra, como parte articulada del mismo proceso, el trabajo conjunto de miembros de "Imaginario" y de cada docente en su respectivo curso, en clase, trabajando con dichos recursos didácticos y herramientas.

Este conjunto de recursos articula desarrollos propios realizados en la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), en particular por sus equipos de investigadores docentes, y el enriquecimiento y las innovaciones que aporta la

experiencia de interacción de los becarios del Museo "Imaginario" con estudiantes y docentes de distintos niveles.

La interacción permanente de "Imaginario" con docentes y estudiantes de todos los niveles ha permitido constatar que, en su gran mayoría, las escuelas no cuentan con recursos didácticos novedosos que faciliten el aprendizaje de la ciencia y promuevan la experimentación y la reflexión. Por otro lado, las escuelas, particularmente aquellas más alejadas de los grandes centros urbanos, no tienen en general acceso a museos interactivos que realicen este tipo de experiencias con instalaciones adecuadas. Más aun, diversos factores contribuyen a que no resulte un objetivo accesible organizar visitas a museos interactivos u otros espacios equivalentes y menos aún hacerlo de un modo regular o sistemático.

En razón de ello, se diseñó este programa con el fin de acercar algunos recursos a las escuelas, en un formato que contribuya a promover y facilitar su utilización autónoma por parte de los docentes.

"IMAGINARIO va a la Escuela" cuenta con dos sub-programas: "El Museo va al Espacio" y "Valiciencia". El primero consiste en visitas a instituciones durante el atardecer y la noche con telescopios reflectores construidos en el Museo. Luego de una charla previa con el grupo de participantes sobre las características del instrumento que se va a usar para observar (cuestiones de óptica) y sobre aquello a lo que se puede prestar atención esa noche en el cielo, se facilita y promueve la observación a través de los telescopios.

Valiciencia es un proyecto articulado de enseñanza de la ciencia que comprende:

- Presentación del Programa a las autoridades de las instituciones.
- Acuerdo de Cooperación entre el Museo y la institución escolar estableciendo pautas conjuntas de implementación del Programa.
- Capacitación presencial para grupos de docentes de las distintas áreas, que incluye dos o tres jornadas de presentación y utilización de los recursos didácticos con que cuenta el Programa (enfoque y metodología de trabajo, ejes temáticos abordados, actividades para tal fin, materiales requeridos, dispositivos utilizados, armado de los mismos, actividades secundarias, etc.).
- La provisión de "Valijas Didácticas", es decir, el conjunto de 8 maletines, que contienen el instrumental apropiado para el desarrollo de la experimentación y el aprendizaje participativo de las ciencias y la tecnología.
- Cuadernillos con orientaciones para el desarrollo de experiencias para el docente y con actividades para el estudiante.
- CD y DVD con demostraciones de armado de dispositivos y desarrollo de experiencias con grupos escolares.
- Desarrollo conjunto, entre un guía animador del Museo y cada docente, de una experiencia de trabajo en el aula, según criterios previamente combinados, movilizando el enfoque y las herramientas presentadas y trabajadas con el equipo docente.
- Reflexión grupal con el equipo docente sobre la experiencia de trabajo y las inquietudes o preguntas suscitadas.

- Tutoría a distancia (línea telefónica y foro de intercambio a través de la página web de la UNGS).



Las valijas didácticas que conforman el sub-programa "Valiciencia" (nueve en la actualidad) están especialmente diseñadas para los diversos tipos de actividades que promueven y proponen. A grandes rasgos, posibilitan y ofrecen recursos para actividades:

- Demostrativas-participativas: actividades que son desarrolladas por el docente o por un grupo de estudiantes mientras el resto de la clase observa. Son participativas porque el desarrollo de la actividad supone un ida y vuelta entre quien administra los materiales y quienes observan, siendo los estudiantes los protagonistas. Es así como ellos mismos formulan las preguntas, toman decisiones, regulan el tiempo y construyen las conclusiones. En este tipo de actividades se encuentran aquellas que por las características del material utilizado (complejidad, tamaño, costo, seguridad en manipulación) es conveniente que lo utilice un docente.

- Grupales: estas actividades tienen la característica de taller, en hasta 6 grupos de 6 integrantes cada uno, garantizando los materiales para cada equipo. Son las más numerosas y las que expresan de mejor manera el espíritu de trabajo de este programa, ya que garantizan una participación más completa de los estudiantes y un trabajo en equipo.
- Con atención a personas con cierta discapacidad o capacidades diferentes: al menos una actividad de cada valija atiende de manera directa las necesidades de personas con una o más discapacidades.
- Más dirigidas: este tipo de propuestas pretende satisfacer la necesidad de actividades más conducidas, ya sea por pedido del docente o por características del grupo de estudiantes. El resto de las actividades de la valija se caracteriza por ser actividades abiertas.
- Para Educación Primaria (EP): debido a la evaluación del programa, que reveló una alta demanda de la EP, hemos decidido garantizar al menos la formulación de una actividad para este nivel en cada valija.
- Con utilización de software: estas actividades se realizarán con programas provistos por la valija o de uso libre. Se incorporan también actividades con uso de Internet y simulaciones que complementen las experiencias o que las reemplacen.

Como se desprende (en parte) de lo presentado hasta aquí, las actividades se caracterizan por:

- Partir de las inquietudes que se planteen en la clase, incentivando su aparición y posterior discusión.

- Que los estudiantes puedan explicitar sus ideas previas en torno a los fenómenos tratados, para poder recogerlas y trabajar a partir de ellas.
- Poseer consignas abiertas, donde el estudiante pueda regular y decidir sobre las acciones a llevar a cabo. De esta manera los estudiantes se vuelven protagonistas de la experiencia y no ocupan un lugar de receptores pasivos.
- Proveer de experiencias interactivas para el aprendizaje de la ciencia, donde se favorezca la participación, con la intención de que los estudiantes pongan en juego sus sentidos y desde la percepción (entendida ésta no solo como la visual) puedan analizar la experiencia propuesta.
- Garantizar un cierre estructurado, en el que se sistematice y se identifique de un modo claro lo trabajado y que destaque el interés en las nuevas preguntas suscitadas o cuestiones que quedan abiertas.

Los temas que se abordan en este programa pueden ser agrupados de acuerdo a la valija donde se desarrollan:

- "Mecánica": permite abordar los temas referidos a cómo y por qué se mueven los cuerpos.
- "Ciencia, Tecnología y Sociedad" (CTS): permite realizar una gran variedad de experiencias de laboratorio vinculadas a problemáticas y situaciones que pueden ser abordadas de forma interdisciplinaria.
- "Intercambio y Formas de Energía" (IFE): permite estudiar los temas referidos al transporte de energía sin transporte de materia y a procesos y fenómenos

vinculados con la energía y sus diferentes manifestaciones.

- "Óptica": permite realizar una variedad de experiencias en óptica geométrica vinculadas con instrumentos ópticos.
- "Electricidad y Magnetismo": permite estudiar los temas referidos a interacciones entre cargas, polos magnéticos y fenómenos electromagnéticos.
- "Biología": cuenta con actividades que recrean o reproducen ciertos fenómenos estudiados en el mundo de la Biología.
- "Socio-Historia": cuenta con varias actividades que permiten trabajar en el aula conceptos relacionados con distintos temas de las Ciencias Sociales.
- "Matemática": permite realizar una gran variedad de actividades destinadas a la comprensión de los contenidos escolares, relacionados especialmente con geometría, probabilidad y modelización.



Valija de Mecánica



Valija de CTS



Valija de IFE



Valija de Óptica



Valija de Biología



Valija de Electromagnetismo



Valija de Socio-Historia

Marco Teoríco

Es vasta la lista de autores que, en los últimos 50 años, han escrito y escriben sobre la importancia, en distintos

aspectos, de la divulgación de la ciencia. Sin embargo, es necesario aquí poner una referencia al tipo de tarea que realizamos en el contexto de Imaginario va a la Escuela, como ámbito de educación no formal, frente a la divulgación. En primer lugar, vamos a exponer algunas definiciones y sobre todo cuáles son las diferencias entre los distintos términos que se le dan a esta tipo de tareas.

La autora María de los Ángeles Erazo Pesántez[21], en su tesis doctoral, hace una recopilación de estas definiciones. Erazo marca una diferencia muy importante entre la divulgación y la comunicación pública de la ciencia. La divulgación científica, sostiene la autora, es la recreación de contenidos o investigaciones científicas de manera de facilitar la compresión por parte de público general fomentando una actitud más crítica sobre estos. En la divulgación subyace el supuesto de un dialogo unidireccional, donde el divulgador da a conocer los acontecimientos científicos en un leguaje más ameno pero sin embargo no existe un dialogo con los interlocutores. La comunicación pública de ciencia implica un dialogo entre el comunicador y el receptor y entiende un grupo de acciones más complejos que la divulgación. Es decir, la comunicación pública de la ciencia involucra escenarios tan diversos como los medios de comunicación masivos, los clubes de ciencia, los espectáculos, el periodismo científico y otros lugares de educación formal y no formal.

El desafío más importante de la comunicación pública de la ciencia es hacer un puente entre el lenguaje específico de la ciencia y el popular. La autora en cuestión da algunas características que debería poseer un comunicador de la ciencia: "…se necesitan personas creativas, que estén en constante

[21] Máster en Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad: Cultura y Comunicación de Ciencia y Tecnología por la Universidad de Salamanca, España y Máster en Antropología Médica por la Universidad de Ámsterdam, Holanda.

aprendizaje y capacitación; no sólo para que expongan la ciencia en un lenguaje claro y sencillo, sin perder rigurosidad, sino también para que cumplan con su triple responsabilidad: informar, explicar y facilitar la comprensión de la ciencia." (Erazo Pesántez, 2009, pág. 300).

Aquí podemos destacar algunas otras apreciaciones realizadas por el periodista científico Manuel Calvo[22]. El periodista afirma que la comunicación entre los científicos y el público general suele ser muy difícil, por lo tanto, debe aparecer en esta relación un tercer actor: el divulgador, que funciona como un nexo entre los otros dos y que "…traduce la jerga del investigador para suscitar interés, curiosidad y emoción" (Calvo, 2002, pág. 103).

Pero cuáles son las funciones de la comunicación pública de la ciencia es una pregunta que tiene múltiples aristas. La UNESCO mencionó estas aristas: "Una de ellas es la política. La democracia requiere que todo ciudadano ilustrado pueda conocer el estado de los conocimientos y de los desconocimientos y, también, sus aspectos éticos. Pero tiene además una dimensión científica. Cuando aparecen constantemente nuevos campos de ignorancia, cuando la aplicación o no de un descubrimiento es cada vez más determinante para el futuro de la humanidad, es urgente y necesario abrir un diálogo entre las diferentes formas de saber y preguntar"[23]. Sin embargo, estas no son las únicas funciones que debemos tener en cuenta. Manuel Calvo, en uno de sus artículos periodísticos, expone una multiplicidad de funciones para la comunicación pública de la ciencia. A continuación, se resaltan

[22] Profesor, periodista, escritor y divulgador científico. Presidente de la Asociación Española de Periodismo Científico.

[23] Documento oficial de la UNESCO, referente a las reuniones Filosóficas que este organismo auspició en 1995.

las que se consideran más importantes a los efectos de este trabajo:

- *Cohesión entre grupos sociales:* la comunicación pública de la ciencia, según el periodista, debe poder realizar una conexión entre los grupos sociales que permita a los individuos participar de las aspiraciones y las tareas del poder científico.
- *Incremento de la calidad de vida:* aquí, Manuel Calvo interpreta que la comunicación pública de ciencia entrega a los individuos tanto el placer del conocimiento como las herramientas para el aprovechamiento de la naturaleza y los recursos científicos.
- *Complemento de la enseñanza:* la comunicación pública de la ciencia no sustituye a la formación escolar pero aporta a cubrir los vacíos en ésta. Estos vacíos se generan, como expone Erazo en su tesis, por los vertiginosos avances de la Ciencia que el sistema educativo no alcanza a asimilar. Así, la comunicación pública de la ciencia inserta en el sistema educativo aporta también en la generación de distintas visiones de la ciencia.
- *Combatir la falta de interés:* la comunicación pública de ciencia puede y debe acercar al público las herramientas que ayuden a entender su entorno, no sólo natural sino además social, para motivar en éste un entendimiento más acabado del discurso dando lugar a intereses más profundos.

Entender los espacios de educación no formal como espacios de complemento para las actividades de educación formal es un concepto que está en pleno auge.

Se entiende a la educación no formal como el conjunto de medios e instituciones que generan efectos educativos a partir de procesos institucionales, metódicos y diferenciados que cuentan con objetivos pedagógicos previa y explícitamente definidos, desarrollados por agentes cuyo rol educativo está institucional o socialmente reconocido, y que no forman parte del sistema educativo graduado o que, formando parte de él, no constituyen formas estricta y convencionalmente escolares. Dentro de esta definición se puede ubicar a los Museo de Ciencias como espacios de educación no formal que complementan plenamente los espacios formales a través de dinámicas y actividades cuyas temáticas están contempladas en las curriculas escolares y que se desarrollan de manera diametralmente opuesta a las de los ámbitos educativos.

Según las sociólogas Cardarelli y Waldman[24], la educación no formal se define como no institucionalizada y en los últimos años son las ofertas extra-escolares las que satisfacen necesidades de motivación de los estudiantes.

Los Museos de Ciencias como *Imaginario* se convierten en una pata fundamental en la educación escolar, dado que proveen al docente de herramientas novedosas y lúdicas para estimular el proceso de enseñanza-aprendizaje institucional. *Imaginario va a la Escuela* surgió y continúa desarrollándose en función de las premisas expuestas anteriormente, pues ofrece espacios no formales de educación que se complementan y están en constante diálogo con los diseños curriculares escolares.

[24] El trabajo utilizado es parte de los documentos para la cátedra de Educación no Formal, de la facultad de Educación de la Universidad Católica Argentina.

Metodología

Las valijas didácticas que conforman el sub-programa *Valiciencia* están especialmente diseñadas para los diversos tipos de actividades que promueven y proponen. A grandes rasgos, posibilitan y ofrecen recursos para actividades:

- Demostrativas-participativas: actividades que son desarrolladas por el docente o por los guías. Son participativas porque el desarrollo de la actividad supone un ida y vuelta entre quien administra los materiales y quienes observan, siendo los estudiantes los protagonistas. Es así como estos últimos son quienes formulan las preguntas, toman decisiones, regulan el tiempo y construyen las conclusiones. En este tipo de actividades se encuentran aquellas que por las características del material utilizado (complejidad, tamaño, costo, seguridad en manipulación) es conveniente que lo utilice o supervise cuidadosamente un docente.
- Grupales: estas actividades tienen la característica de taller, en hasta 6 grupos de 6 integrantes cada uno, garantizando los materiales para cada equipo. Son las más numerosas y las que expresan de mejor manera el espíritu de trabajo de este programa, ya que garantizan una participación más completa de los estudiantes, un trabajo en equipo y posibilitan prácticas enriquecedoras como los juegos de roles.
- Para Educación Primaria: debido a una evaluación del programa, que reveló una alta demanda de la escuela primaria, se ha decidido el diseño, construcción e implementación de la valija de Ciencias Naturales y

generar actividades dentro de las valijas de Matemática y Socio-historia que atiendan a los requerimientos de este nivel educativo.

Como se desprende, en parte, de lo presentado hasta aquí, las actividades se caracterizan por:

- Partir de las inquietudes que se planteen en la clase, incentivando su aparición y posterior discusión.
- Permitir a los estudiantes explicitar sus ideas en torno a los fenómenos tratados, para poder recogerlas y trabajar a partir de ellas.
- Poseer consignas abiertas, donde el estudiante pueda regular y decidir sobre las acciones a llevar a cabo. De esta manera los estudiantes se vuelven protagonistas de la experiencia y no ocupan un lugar de receptores pasivos.
- Proveer de experiencias interactivas para el aprendizaje de la ciencia, donde se favorezca la participación, con la intención de que los estudiantes pongan en juego sus sentidos y desde la percepción, entendida no solo como la visual, puedan analizar la experiencia propuesta.

Resultados y Discusión

Un Museo Interactivo de Ciencia es un espacio que vincula la educación no formal y comunicación pública de la Ciencia a través de exposiciones didácticas, lúdicas e interactivas, donde el visitante se apropia de conceptos y quehaceres científicos de manera entretenida. La interactividad es un concepto muy amplio que tiene múltiples variantes. La misma puede ser entendida desde la activación por medio de una

botonera de un artefacto (módulo) hasta la puesta en juego del cuerpo del visitante. Pero no sólo queda allí, pues se puede entender a la interactividad como una conversación entre el visitante y el comunicador acompañante de la muestra, el guía. Un guía es aquel que pueda dar un sentido a la muestra en cuestión, que ayuda la comprensión de fenómenos y herramientas, que fomenta la participación del visitante y estimula la imaginación con preguntas. El guía es aquí el comunicador de la ciencia inmerso en un ámbito de educación no formal que ayuda a la educación formal a alcanzar los avances científicos de una manera clara y sencilla.

Desde sus comienzos hasta la fecha se ha podido corroborar, a través de intercambios con docentes y estudiantes de todos los niveles, que la oferta de este programa logra promover el interés en las distintas ciencias, estimular la curiosidad y la creatividad en los estudiantes, proveer a la comunidad educativa distintas herramientas novedosas para el aprendizaje de las ciencias y la tecnología, animar y estimular actitudes de descubrimiento de distintos fenómenos vinculados con la cultura científica y estimular actitudes críticas en el público.

Los éxitos o fracasos obtenidos respecto a la relación entre la educación formal y comunicación pública de la ciencia son difíciles de evaluar, dada su complejidad y sobre todo porque involucran procesos de aprendizajes profundos. Cambiar la visión sobre los quehaceres y conocimientos científicos es una tarea que implica periodos extensos. Sin embargo, en el caso específico de *Imaginario va a la escuela*, se pueden presentar algunos datos numéricos que exhiben los alcances del programa. Si bien *Imaginario va a la escuela* nace en 2005, solo desde el 2010 cuenta con personal estable para su implementación. En los últimos tres años el programa logro llevar sus actividades a

30541 estudiantes de 98 escuelas de la zona de influencia de la UNGS y ha logrado propiciar encuentros de formación con 882 docentes que han resultado sumamente enriquecedores tanto para los docentes como para los guías de *Imaginario*. Además, los alcances del programa han llevado a replicar las experiencias mencionadas en las provincias de Santa Fe y La Pampa con docentes de escuelas de distintos niveles educativos y con Investigadores docentes universitarios con excelentes críticas y resultados.

Conclusiones

La comunicación pública de la ciencia en espacios de educación no formal como Museo Interactivos de ciencia abre nuevos caminos en la persecución del objetivo de comunicar los avances y conocimientos científicos y tecnológicos fomentando el interés y propiciando espacios y experiencias que muchos estudiantes de escolaridad media y primaria han aprovechado para aumentar sus habilidades y conocimientos. El acercamiento temprano de los estudiantes a este tipo de experiencias puede generar nuevas inquietudes por la búsqueda de conocimiento y la valoración que éste necesita.

Los espacios de educación formal no sólo complementan a la educación formal cubriendo falencias en la misma sino que, además, resultan ser el vinculo más adecuado para acercar a los estudiantes a los conocimientos científicos. Se ha comprobado que esto puede generar un cambio tanto en la mirada acerca de la ciencia de los estudiantes como en la mirada de sociedad sobre ésta a través de multiplicación de la experiencia.

La relación que se puede establecer entre la comunicación pública de la ciencia y los espacios de educación no formal puede ser satisfactoria para ambas dado que se retroalimenta y se complementa, no sólo en sus objetivos primarios sino también en sus formas de transmitirse. En esta relación es sumamente importante el nexo, el comunicador, el guía, y todo aquel que pueda transmitir sus conocimientos de manera clara, sencilla y dinámica para que los estudiantes adquieran cierta confianza a la hora de sumergirse en el estudio de un fenómeno en particular.

Bibliografía

Calvo, Manuel. (2002). ¿Popularización de la ciencia o alfabetización científica?. *Ciencias, 66, pág. 100-105.*

Carderelli, Graciela y Waldman, Lea (2009). *Educación Formal, No Formal e Informal y sus parecidos de familia*, material de la cátedra de Educación No Formal de la Facultad de Educación de la Universidad Católica Argentina.

Erazo Pesántez, María de los Ángeles (2009). La Comunicación pública de ciencia en el centro de la política científica, tesis doctoral.

Comunicaciones

Trabajos de Investigación

Actitudes y Expectativas de Alumnos de Física Respecto de las TICs

Nieva, María Viviana; Ávila, Marta;
Leguizamon, Guillermo

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCa.
vivianania2004@yahoo.com

Resumen

El presente trabajo corresponde al estado de avance del proyecto "Los procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) a las carreras de Física y Matemática de la FACEN UNCa: su transferencia al nivel medio o polimodal". El objetivo específico del siguiente trabajo es hacer un análisis comparativo sobre la importancia y necesidad de uso, las actitudes y expectativas que los alumnos del Profesorado en Física,le otorgan a dichas tecnologías, durante su formación docente. Se aplicó una encuesta destinada a alumnos del ciclo básico de la carrera mencionada divididos en dos muestras: cohorte 2010-2011 y 2012-2013. Para este trabajo se consideran



solo a los estudiantes como informantes clave. Como resultado de esta investigación se evidencia en los alumnos intervinientes que existe una importante predisposición hacia la utilización de las TICs como recurso de apoyo en su formación.

Palabras clave: Estudiantes universitarios; TICs; Expectativas y actitudes sobre su uso.

Introducción

En el marco de las sociedades actuales, caracterizadas por su complejidad y diversidad, la educación se enfrenta a continuos retos debiendo solventar las dificultades y los cambios en los que se ve envuelta. En este contexto, el alumnado universitario precisa de una formación, encaminada hacia la construcción de conocimientos más especializados, contemplando la presencia de las Tecnologías de la Información y de la comunicación (TICs) en los procesos educativos y el desarrollo de estructuras cognitivas acordes con las nuevas realidades del aprendizaje universitario(De Moya Martínez, Hernández Bravo, Cózar Gutiérrez,2011).

En nuestras prácticas como docentes e investigadores, hemos notado que a partir de la introducción de las tecnologías en las aulas se han ido modificando los modos en que los estudiantes reflexionan acerca de su propio aprendizaje y en el modo en que construyen sus conocimientos.

El objetivo de este estudio es hacer un diagnóstico situacional sobre la importancia y necesidad de uso, actitudes y expectativas que los alumnos le dan a las TICs durante su

formación docente en la carreraProfesorado enFísica de la FACEN-UNCa.

Referente Teórico

En los últimos años la idea de la incorporación de diferentes tipos de tecnologías de la información y la comunicación en las situaciones de enseñanza y aprendizaje ha provocado reacciones diversas. Desde aquellos que suponen que mágicamente su introducción va a paliar todas las carencias y dificultades del sistema educativo hasta aquellos que afirman que estos recursos pueden afectar la relación entre docentes y alumnos (Dede, 2000).

Más allá de cualquier discusión, el proyecto educativo actual incluye en todos sus niveles, estas herramientas para potenciar las situaciones de aprendizajes, la vinculación entre los diferentes actores en el aula y el fortalecimiento de la institución educativa.

El currículo de los Profesorados Universitarios según el nuevo esquema de la transformación educativa (Ley 26.206, 2006)estimula la investigación y la innovaciónvinculadas con las tareas deenseñanza, la experimentación y sistematización de propuestas que aporten a la reflexión sobre la práctica y a la renovación de las experiencias escolares. Desde la universidad, en este sentido, se plantea el reto de preparar a los alumnos (futuros docentes) para actuar con competencia en un mundo complejo y cambiante, e impregnado de los efectos de las TICs. Cada institución debe hacerlo desde su propia especificidad y desde el contexto en el que se ubica.

El profesorado se encuentra hoy ante una generación que está fuertemente influenciada por las TICsy se traduce, de este modo, en una necesidad cierta de nuevos enfoques educativos, para desarrollar nuevas competencias acordes al contexto sociocultural en el que vivimos. La formación del profesorado no está ajena a este requerimiento y por tanto requiere de un cambio significativo y coherente que integre lo científico, lo tecnológico y lo pedagógico.

Al analizar la integración de las TICs a los procesos educativos hay que considerar no sólo *"las argumentaciones racionales sino también las emociones que hay detrás de ellas...Las actitudes son constructos cognitivos que se expresan a través de nuestras opiniones y nos predisponen a determinadas actuaciones"* (García-Valcárcel y Tejedor, 2006, p. 26). En otras palabras, la cuestión actitudinal representa un elemento clave para la renovación pedagógica. Las expectativas se refieren a la percepción que tienen los alumnos en lo que respecta a su uso en las asignaturas disciplinares específicas del Profesorado en Física.

Los futuros profesores se encontrarán con alumnos que pertenecen a esta generación digital en la cual la información y el aprendizaje ya no estarán relegados a los muros de la institución educativa ni será ofrecida por el profesor de forma exclusiva (Gros y Silva, 2005).

Se habla de una necesaria alfabetización digital, que implica la capacidad del manejo de la tecnología como recurso de búsqueda, procesamiento, tratamiento y producción de información, y también como herramienta de comunicación, y por tanto, de socialización. De ahí que la formación del profesorado en y con las TICs se convierta en uno de los factores clave para su uso en los sistemas de formación (ColásBravo y De Pablos Pons, 2004).

"Con relación a los recursos informáticos que puede utilizar el profesorado y las posibles aplicaciones educativas hay que hacer una distinción entre los recursos informáticos de propósito general y los programas específicos asistidos por computadora" (PontesPedrajas, 2005, p. 8).

Se denominan programas de propósito general a las aplicaciones informáticas que pueden ser útiles para todo tipo de usuarios de PC (PontesPedrajas, op.cit.) entre las que figuran: procesadores de texto (Word), hojas de cálculo (Excel), presentaciones (Power Point), editores gráficos y otro tipo de herramientas como Internet, correo electrónico, foro, chat, etc. En programas específicos de enseñanza asistida se incluyen tutoriales interactivos, enciclopedias multimedia, simulaciones y laboratorios virtuales, entre otros.

El manejo de los recursos mencionados tendrían que formar parte de la formación mínima que todo profesor debe adquirir en relación al uso de las TICs en la enseñanza.

Marco Metodológico

En la investigación-acción es fundamental realizar un diagnóstico situacional. Para la recolección de datos se aplicó el cuestionario o encuesta a los estudiantes considerados como informantes clave.

En la construcción de la encuesta destinada a estudiantes universitarios se tuvieron en cuenta 1) Utilización de la PC, 2) Disponibilidad del recurso tecnológico en la universidad, 3) Expectativas y 4) Actitudes.Desde este trabajo se problematiza únicamente sobre los usos de las TICs, actitudes y expectativas que este recurso genera en relación a su utilización.

Los datos fueron recogidos a través de un cuestionario administrado personalmente a los estudiantes que cursan el ciclo básico del Profesorado en Física divididos en dos muestras. La primera de las muestras está conformada por 14 alumnos corresponde a los años lectivos 2010-2011 y la segunda por 16 alumnos corresponde a los años lectivos 2012-2013 de la unidad académica ya citada.Ambas muestran representan aproximadamente el 90% de la población correspondiente a dichas cohortes.

Se realizó un análisis descriptivo comparativo utilizando porcentajes y valores de frecuencia para la elaboración de los gráficos y tablas de contingencias según las distintas categorías de análisis.

Presentación y Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos se han estructurado en tres dimensiones. En la primera dimensión denominadaUtilización de la PC se pueden incorporar las siguientes categorías de análisis:

Categoría 1: Manejo y operatividad de PC (figura 1)

Categoría 2: Elaboración de trabajos y presentaciones en PC (figura 2)

En lasegunda dimensión, se exponen las Expectativas en relación al uso de las TICs(Tablas de contingencias 1 a 3) y por último en la tercera dimensión las Actitudes sobre la utilización de las TICs (Tablas de contingencias 4 a 10).

a.-Dimensión: Utilización de la PC

La figura 1 muestra en qué porcentajes los estudiantes del Profesorado de Física manejany operanla PC (referida al uso de internet, correo electrónica, foros, etc). Los criterios utilizados son: SÍ, NO, REGULAR, NO CONTESTA.

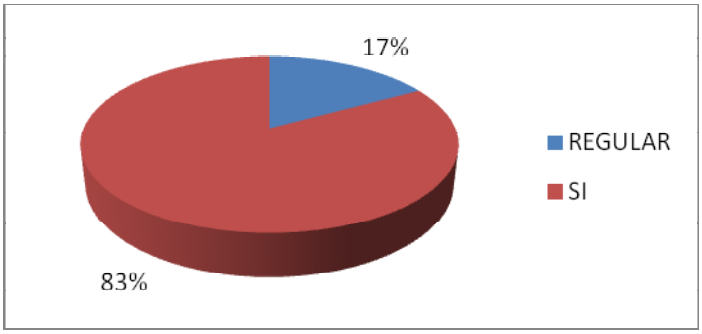


Figura 1: Porcentajes promedio obtenidos para Utilización de la PC por parte de los Estudiantes de Física

Del análisis dela Figura 1 se desprende que todos los alumnos encuestados de primer y segundo año del Profesorado de Física responden en un 83% SI (valor promedio en los años computados, 79% para el año 2011 y 87% para el año 2013) yen un 17% REGULAR (valor promedio en los años computados, 21% para el año 2011 y 13% para el año 2013) a la categoría Manejo y Operatividad de la PC.De estos valores también se puede inferir un aumento en la utilización de la PC en los dos años considerados.

La Figura 2 nos muestraen qué porcentajes los estudiantes de las carreras de Física realizan trabajos y presentaciones utilizando PC (en este ítem se refiereal Manejo de

planilla de cálculo Excel, Manejo de Word, Uso de editores gráficos, Empleo de videos educativos, Empleo de películas educativas y Empleo de presentaciones Power Point).

Los criterios utilizados son: SI, NO, A VECES, NO SÉ USAR PC y NO CONTESTA

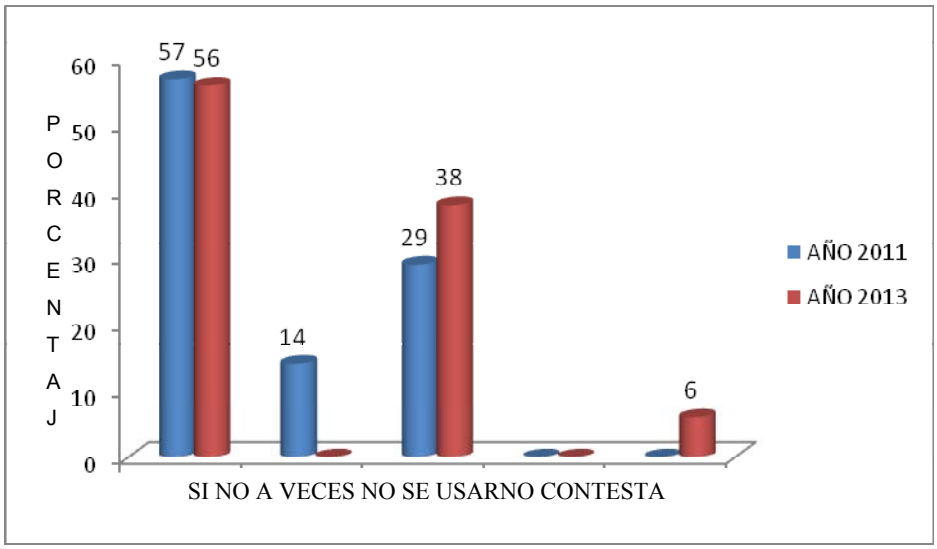


Figura 2: Elaboración de trabajos y presentaciones en PC de Estudiantes de Física

Del análisis delaFigura 2 se desprende que los alumnos de Física encuestados para los porcentaje más destacados, el 57% y 56% responden si y el 29% y 38% a veces realizaron trabajos y presentaciones en PC. Se observa queen ambos casos (años 2011 y 2013, respectivamente) los porcentajes no muestran diferencias significativas.

b.-Dimensión: Expectativa en relación al uso de las TICs

Debido a la naturaleza del estudio, el análisis consistió en la realización de Tablas de Contingencia mediante el programa estadístico SPSS 15 registrando las frecuencias y porcentajes para las distintas categorías. Las Tablas de Contingencia1 a 3nos proporcionan los resultados comparativos de las expectativas del uso de las TICs enlosestudiantes de la carrera de Física de las dos muestras seleccionadas.

Para simplificar el análisis se reúnen los valores de frecuencia correspondiente a los criterios acuerdo y acuerdo total para los cuales se utiliza la denominación acuerdo. De la misma manera se procede con los criterios desacuerdo, desacuerdo total y no contesta que se interpretan en conjunto como desacuerdo.

Aumenta el interés por la asignatura	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total	Mejora la comuni-cación en clase	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No Contesta	0	0		No Contesta	0	0	
Desacuerdo Total	0	0		Desacuerdo Total	0	0	
Desacuerdo	1	4		Desacuerdo	1	5	
Subtotal	1 (7,1%)	4 (25,0%)	5 (17%)	Subtotal	1 (7,1%)	5 (31,0%)	6 (20%)
Acuerdo	10	7		Acuerdo	9	6	
Acuerdo Total	3	5		Acuerdo Total	4	5	
Subtotal	13 (92,9%)	12 (75.0%)	25 (83%)	Subtotal	13 (92,9%)	11 (69,0%)	24 (80%)
Total	14	16	30	Total	14	16	30

Tabla de contingencia 1 y 2

Mejora el desempeño académico en la asignatura	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No Contesta	0	0	
Desacuerdo Total	0	0	
Desacuerdo	0	4	
Subtotal	2 (14,2%)	4 (25,0%)	6 (20%)
Acuerdo	7	8	
Acuerdo Total	5	4	
Subtotal	12 (85,8%)	12 (75,0%)	24 (80%)
Total	14	16	30

Tabla de contingencia 3

El análisis de las tablas de contingencias 1 a la 3 nos revela que:

- Para las dos muestras seleccionadas, el resultado de la encuesta aplicada a los alumnos de Física, el criterio predominante es el acuerdoen las tres categorías objeto de estudio*Aumenta el interés por la asignatura,Mejora la comunicación en clasey Mejora el desempeño académico en la asignatura*siendo los porcentajes de frecuencia obtenidos de 83% para el primero y 80%para los dos últimos criterios.
- También puede observarse que para las tres categorías analizadas existe un porcentaje menor para el criterio acuerdo en la muestra 2012-2013 en relación a la 2010-2011.

c- Dimensión: Actitudes sobre la utilización de las TICs

A continuación se muestra una serie de Tablas de contingencias (4 a10) correspondiente a la dimensión Actitudes sobre la utilización de las TICs y las categoríasconsideradas para la misma, con el fin de comparar los resultados obtenidos para las muestras objeto deestudio.

Internet me sirve para aprender más y mejor	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total	Me resisto a usar Internet	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No Contesta	0	0		No Contesta	2	0	
Desacuerdo Total	0	0		Desacuerdo Total	5	3	
Desacuerdo	1	3		Desacuerdo	3	7	
Subtotal	1 (7,1%)	3 (18,8%)	4 (13%)	Subtotal	10 (71,4%)	10 (62,5%)	20 (67%)
Acuerdo	11	10		Acuerdo	4	4	
Acuerdo Total	2	3		Acuerdo Total	0	2	
Subtotal	13 (92,8%)	13 (81,2%)	26 (84%)	Subtotal	4 (28,6%)	6 (37,5%)	10 (33%)
Total	14	16	30	Total	14	16	30

Tabla de contingencia 4 y 5

Disfruto realizar mis tareas con PC o internet	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total	Me lleva más tiempo realizar las tareas con PC o internet	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No contesta	1	1		No Contesta	1	0	
Desacuerdo Total	0	0		Desacuerdo Total	1	3	
Desacuerdo	2	4		Desacuerdo	6	8	
Subtotal	3 (21,4%)	5 (31,2%)	8 (27%)	Subtotal	8 (57,1%)	11 (68,8%)	19 (63%)
Acuerdo	6	7		Acuerdo	5	3	
Acuerdo Total	5	4		Acuerdo Total	1	2	
Subtotal	11 (78,6%)	11 (68,8%)	22 (73%)	Subtotal	6 (42,9%)	5 (31,2%)	11 (37%)
Total	14	16	30	Total	14	16	30

Tabla de contingencia 6 y 7

Con el correo electrónico realizo consultas a los profesores	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total	Me siento motivado a participar con presentaciones Power Point	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No Contesta	1	0		No contesta	1	2	
Desacuerdo Total	0	0		Desacuerdo total	1	2	
Desacuerdo	2	1		Desacuerdo	3	3	
Subtotal	3 (21,4%)	1 (6,2%)	4 (13%)	Subtotal	5 (35,7%)	7 (43,7%)	12 (40%)
Acuerdo	6	13		Acuerdo	5	6	
Acuerdo Total	5	2		Acuerdo total	4	3	
Subtotal	11 (78,6%)	15 (93,8%)	26 (87%)	Subtotal	9 (64,3%)	9 (56,3%)	18 (60%)
Total	14	16	30	Total	14	16	30

Tablas de contingencias 8 y 9

Me siento capaz de realizar estu-dios utilizando medios virtuales	Física (2010-2011)	Física (2012-2013)	Total
No contesta	1	0	
Desacuerdo total	0	0	
Desacuerdo	0	6	
Subtotal	1 (7,1%)	6 (37,5%)	7 (23%)
Acuerdo	7	4	
Acuerdo total	6	6	
Subtotal	13 (92,9%)	10 (62,5%)	23 (77%)
Total	14	16	30

Tabla de Contingencia 10

Teniendo en cuenta los resultados de las Tablas 4 al 10, se puede inferir que:

- Para la categoría*Creo que Internet me sirve para aprender más y mejor*, predomina el criterio acuerdo en los alumnos encuestados de las dos muestrascon porcentaje promedio de frecuencia de 84% (92,8% y 81,2% respectivamente).
- Los alumnos del ciclo básico 2012-2013 muestran mayor *Resistencia a usar Internet como herramienta para sus clases,* que los correspondientes del ciclo básico 2010-2011dado que se obtienen porcentajes de frecuencia significativos para el criterio desacuerdo siendo los resultados de 62,5%y 71,4% respectivamente.
- En la categoría *Disfruto realizar mis tareas con computadora o internet* los alumnos muestran un porcentaje de frecuencia de 78,6% (ciclo básico 2010-

2011) y68,8% (ciclo básico 2012-2013) en el criterio acuerdo, aunque se evidencia una disminución porcentual para esta categoría entre las dos muestras analizadas.

- En la categoría *Me toma más tiempo realizar tareas por medio de la computadora e Internet,* predomina el criterio desacuerdocon un porcentaje de frecuencia promedio de 63%, la diferencia se acentúa en la última muestra (57,1%para ciclo básico 2010-2011y 68,8% para ciclo básico 2012-2013).
- Los alumnos de ambas muestras expresan acuerdo en la categoría *Con el correo electrónico puedo realizar consultas a los profesores de la asignaturas de las carreras*, con frecuencia promedio de 87%, con aumento de frecuencia absoluta de 78,6% a93,8% respectivamente.
- En relación a la categoría *Me siento motivado a participar con presentaciones en PowerPoint,* se observa en el ciclo básico 2010-2011 predominio del criterio acuerdo (64,3%), mientras que para el ciclo básico 2012-2013 hay dos grupos con valores de porcentajes de frecuencia ajustado para los criterios acuerdo (56,3%) y desacuerdo (43,7%).
- Para la categoría *Me siento capaz de realizar estudios utilizando medios virtuales,* los alumnos de ambas muestras coinciden en el criterio acuerdo con un valor promedio de 77%, disminuyendo este porcentaje de 92,9% en la muestra 2010-2011 a 62,5% en la respectiva al periodo 2012-2013.

Discusión

Como se puede apreciar, el grado de utilización que hacen los estudiantes universitarios de las herramientas informáticas y de comunicación como recursos para el estudio es elevado (especialmente a lo que refiere al uso de internet, correo electrónica, foros).

En lo que respecta a la Realización de trabajos y presentaciones utilizando PC, su uso es moderado, nomostrando diferencias significativas para las dos muestras de estudiantes seleccionadas. Esto lleva a pensar que los estudiantes de las carreras de físicase perfilan más como usuarios de las herramientas informáticas para extraer información y otros fines en sus clases. En relación con las competencias pedagógicas, el profesorado centra su actuaciónen la utilización de los recursos tecnológicos para la planificación de la enseñanza y atiende muy poco a la creación de ambientes enriquecidos de aprendizaje en el salón de clases en los que estas tecnologías estén plenamente integradas. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en otras investigaciones (Almerich, Suárez-Rodríguez,Orellanay Díaz, 2010; Empirica, 2006; Sigalés, Mominó, Meneses y Badía, 2008; De Moya, 2011).

En relación a las expectativas de utilización de las TICs, se observa para ambas muestras porcentajes promedios muy significativos iguales y mayores al 80%, con la particularidad que los porcentajes de la muestra 2010-2011 es mayor a la correspondiente 2012-2013. Estar de acuerdo en algo implica otorgarle una valoración positiva. Esta referencia coincide con la realizada por Amaya (2005) quién otorga en su investigación, el mismo sentido que este estudio,en cuanto a que los estudiantes brindan acuerdo (valoración positiva) sobre la utilización de herramientas tecnológicas en el contexto universitario.

En relación a las actitudes, los estudiantes muestran para las categorías *Internet me sirve para aprender más y mejor* y*Con el correo electrónico realizo consultas a los profesores* porcentajes muy significativos (84%) para el criterio acuerdo mientras que la categoría *Me resisto a usar internet* lo hace para el criterio desacuerdo. Las categorías *Disfruto realizar mis tareas con PC o internet* y *Me siento capaz de realizar estudios utilizando medios virtuales* muestran porcentajes significativos (aproximados al 77%) para el criterio acuerdo.En la categoría *Me lleva más tiempo realizar tareas con PC o internet* muestra la división de dos grupos con valores de frecuencia aproximados siendo predominante el criterio desacuerdo (63%). La categoría *Me siento motivadoaparticiparcon presentaciones PowerPoint* manifiesta resultados similares pero el criterio acuerdo es el predominante.Para esta dimensión, los datos suministrados por los estudiantes universitarios consultados muestran que en la actualidad la actitud de los alumnos en la utilización de las TICs, es favorable en lo que respecta a su uso en el proceso de aprendizaje. Esto es coincidente con estudios realizados en cuanto al sistema de creencias y actitudes de los alumnos, (Orellana, 2004; Henríquez, 2002; De MoyaMartínez, op.cit.) quienes encuentranque los alumnos generalmente suelen adoptar una actitud positiva hacia el uso de los ordenadores y sugieren que las herramientas informáticas tienen capacidad de influir positivamente en las actitudes y la motivación de los alumnos hacia el uso de estos recursos informáticos.

La cultura de los jóvenes de hoy sigue el ritmo de las zonas modernizadas de la sociedad, influidas por la ciencia y la tecnología, los medios electrónicos de comunicación, la computación, etc. donde la velocidad es una característica central de la sociedad informacional (Palamidessi, 2006).En los estudiantes resulta evidente la apertura hacia el uso del recurso pero es sabido que lo nuevo genera también conductas

defensivas produciendo un estancamiento en el proceso de aprendizaje de la realidad y deterioro en la comunicación y en los vínculos (Pruzzo de Di Pego, 2003).

Apreciaciones Finales

Durante los primeros años de utilización de las TICs en la formación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca la innovación se enfocó en el estudiante mismo así como en lo metodológico. Las nuevas tecnologías están modificando la manera en la que se produce o construye el conocimiento, están transformando el proceso de enseñanza y aprendizaje y juegan, desde lo visual y operacional, un papel importante en él ya que permiten incorporar e integrar diferentes sistemas simbólicos, permitiendo un desarrollo de la inteligencia más eficaz, desestructurando los procesos memorísticos.

Si bien la utilización de lasTICs constituye un proceso de innovación pedagógica intencional y planeado, que se sustenta en la teoría y en la reflexión para favorecer el proceso de transformación de las prácticas (Fullan, 2002) debe tener en cuenta que las TICs por sí solas no mejoran en forma automática el modo de educar a los alumnos, ni los prepara mejor para enfrentar los desafíos del mundo actual (Kofman, 2003).

Aunque los resultados de este estudio se consideren satisfactorios, la implantación de estas tecnologías debe seguir evolucionando y madurando como pieza clave para hacer más eficiente la institución educativa y modernizar la prestación de sus objetivos básicos, así como servir de elemento dinamizador de la sociedad de la información en la que vivimos. Al igual que el profesor, el estudiante ya se encuentra en el contexto de la

sociedad de la información, y su papel es diferente al que tradicionalmente ha consistido en acumular la mayor cantidad de conocimientos posibles, pero en un mundo rápidamente cambiante. Esto no es suficiente si el que aprende debe ser un consumidor crítico de la información.

Diversas investigaciones han considerado las actitudes como un eje importante ya queforman parte de una preocupación,que no se restringe a la formación de actitudes positivas sino busca enfatizar la importancia del desarrollo de actitudes que lleven a laadopción de las herramientas tecnológicas, es decir que tengan una claramanifestación en la acción.No se trata de recibir pasivamente la creación y/o adaptación de la tecnologíapara la educación, sino de entender que más allá de eso, se están creando y modificando constantemente distintas formas de comunicación, estilos diferentes de trabajo y variadas formas de acceder y producir conocimiento. Comprender esto en toda su dimensión nos permitirá generar buenas prácticasde enseñanza y de aprendizaje de acuerdo a las necesidades y exigencias delas actuales instituciones educativas.

Bibliografía

Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J., Orellana, N. y Díaz, M. I. (2010). La relación entre la integración de las tecnologías de la información y comunicaciónysu conocimiento.*Revista de Investigación Educativa*,28(1),pp.31-50.

Amaya Martínez González, R., Iglesias García, T. y otros (2005) Actitud y Expectativas del Alumnado Universitario hacia la Formación Apoyada en Objetos de Aprendizaje y Entornos Virtuales. Recuperado el 13 de Abril de 2011 de http://ceur-ws.org/Vol-318/Iglesias.pdf.

Colás Bravo, P. y De Pablos Pons, J. (2004) La formación del profesorado basada en redes de aprendizaje virtual: aplicación de la técnica DAFO.*Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 5.

De Moya Martínez, M., Hernández Bravo, J.,Cózar Gutiérrez, R. (2011). Análisis de los estilos de aprendizaje y las TIC en la formación personal del alumnado universitario a través del cuestionario REATIC. *Revista de Investigación Educativa*, 29(1), pp.137-156.

Dede, C. (2000). *Aprendiendo con Tecnología.*Buenos Aires. EditorialPaidós.

Empirica (Ed.) (2006). Benchmarking access and use of ICT in european schools.Recuperado el 5 de Marzo de 2011 de

http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/studies/final_report_3.pdf.

Fullan, M. (2002). *Liderar en una cultura de cambio***.** Barcelona. Octaedro.

García-Valcárcel, A. y Tejedor, F. (2006). Competencias de los profesores para el uso de las TIC en la enseñanza. Análisis de sus conocimientos y actitudes. *Revista Española de Pedagogía*, 64(233), pp.21-43.

Gros, B. y Silva, J. (2005*).* La formación del profesorado como docentes en los espacios virtuales de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36 (1).

Henríquez, M. A. (2002). La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación inicial docente. Caso Universidad de los Andes-Táchira. *Revista Acción Pedagógica*, 11 (1), pp. 60-73.

Kofman, H. (2003*)* Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física

Universitaria y la capacitación docente. Recuperado el 10 de Abril de 2012 de http://www.educared.org.ar/concurso-2/resenia/pdf/04-kofman.pdf

Ministerio de Educación Argentina (2006) Ley Nacional de Educación – Ley 26.206. Argentina.

Orellana, N.,Almerich, G., Belloch, C. y Díaz, I. (2004). La actitud del profesorado ante las TIC: Un aspecto clave para la integración. Unidad de Tecnología Educativa. Universidad de Valencia (España). Recuperado el 29 de Junio de 2011 de http://www.uv.es/~bellochc/doc%20UTE/VE2004_5_6.pdf.

Palamidessi, M. (Comp.) (2006). *La escuela en la sociedad de redes: una introducción a las tecnologías de la información y la comunicación en la educación*.Buenos Aires: Fondo de CulturaEconómica.

PontesPedrajas, A. (2005*).* Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera Parte: funciones y recursos.*Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias*, 2 (1), pp.2-18. Recuperado el 17 de Abril de 2011 de http://redalyc.uaemex.mx/pdf/920/92020102.pdf.

Pruzzo de Di Pego, V. (2003). *Biografía del fracaso escolar*. Buenos Aires. Espacio Editorial.

Sigalés, C.,Mominó, J., Meneses, J. y Badía, A. (2008). La integración de internet en la educación escolar española: situación actual y perspectivas de futuro. Barcelona: UOC. Recuperado el 17 de Mayo de 2011 dehttp://www.fundacion.telefonica.com/debateyconocimiento/publicaciones/informe_escuelas/esp/pdf/informe_escuelas.pdf.

¿Cambian los Aprendizajes que se logran en Física, cuando se incorporan las TICs en la Práctica Experimental?

Capuano, Vicente Conrado y González, María Andrea

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.

vcapuano@com.uncor.edu

Resumen

Se ofrece en este trabajo el resultado de los aprendizajes cuando se incorporan las TICs en una práctica experimental (PE) comparándolos con aquellos que se logran cuando se utiliza un equipamiento tradicional. Se operó con distintas PE, en un curso de Física del ciclo básico universitario, en experimentos asociados al movimiento de un carrito sobre un plano inclinado. Los resultados estarían indicando que ninguna de las estrategias opera sobre las ideas erróneas de los alumnos y que la incorporación de las TIC a la PE, debe necesariamente ser investigada, ya que están presentes en la educación científica, pero aún se percibe sólo como idea sospechada no

avalada por el resultado del colectivo de investigaciones, los beneficios de su uso.

Palabras Clave: Laboratorios; TICs; Aprendizajes; Cinemática; Energía.

Introducción

Aun cuando no se la utiliza como se dice que se debiera utilizar, la experimentación surge como parte del proceso de enseñanza y de aprendizaje, al momento de intentar la construcción de un concepto (Capuano y otros, 2008). No se duda sobre su importancia y se señala que la utilidad de una práctica experimental, se pondrá de manifiesto cuando se logre que el alumno reflexione críticamente acerca de la práctica, no la desarrolle mecánicamente al estilo de una receta, y que la experiencia diseñada logre despertar su interés (Salinas, 1996). Otros autores advierten que las prácticas de laboratorio como actividades de mera ilustración son cuestionables (Gil Pérez y Valdéz Castro, 1996), y que por otro lado la construcción de conceptos y el cambio conceptual (Capuano y otros, 2006a; Capuano y otros, 2006b), se ven favorecido por el desarrollo de PE (Novak, 1990; García y otros, 1999).

Sobre PE es mucho lo que se ha transitado, desde las tradicionales hasta las actuales asistidas por las TICs. Las distintas modalidades de PE, impulsadas por desarrollos en el ámbito de la mecánica de precisión, de la electrónica, de la computación, de la informática y de las comunicaciones, plantean como instancia complementaria a la de indagar sobre los aportes en general de la PE asistida por estas nuevas tecnologías, al

proceso de enseñanza y de aprendizaje, la de indagar sobre cómo contribuyen las distintas maneras de asistirlas (Pesa y otros, 2012).

Las PE tradicionales han sido investigadas, como se señala en el primer párrafo de éste apartado, habiéndose aceptado la conveniencia de aproximar su estructura a la de las "experiencias cruciales" que llevadas a cabo por científicos, contribuyeron significativamente con la evolución del conocimiento (Klimovsky, 1994; Capuano, 2001). De alguna manera, se nos está sugiriendo que cuanto más se aproxime la PE a las "experiencias cruciales", al menos en el ámbito de la construcción de conceptos físicos, será más enriquecedora desde lo conceptual.

Una de las experiencias cruciales de la Física, es aquella realizada por Galileo en el siglo XVII, con la intención de determinar las características del movimiento de un cuerpo que se desplaza por un plano inclinado (Fuertes Martínez y Pérez Gigosos, 1996; Gutierrez y Capuano, 2008; Boido, 1993). Ese experimento se ha repetido en innumerables ocasiones, en distintos países y en distintos niveles del sistema educativo (medio y superior), y se considera una práctica paradigmática en el ámbito de un laboratorio de ciencias.

Algo más complejo es lo que ocurre en el ámbito de las TICs. Su presencia está provocando, en general, una verdadera revolución educativa, pero en el ámbito de la enseñanza de la física no se ha logrado superar aún una primera fase, que podríamos llamar exploratoria, donde se proponen innumerables experiencias de laboratorio que se pueden desarrollar con las TICs, pero no se investiga, en general, sobre su valor como estrategia educativa (Kofman, 2005). Si bien se advierte sobre sus ventajas y desventajas de manera intuitiva (San Martí e Izquierdo, 2001), nadie puede negar que el uso de las TICs

mejora la precisión que se logra en la toma de datos, la objetividad de su lectura (prácticamente se hace sin la intervención del operador), la velocidad con la cual pueden procesarse los datos, la contundencia de curvas experimentales muy próximas a curvas teóricas, etc., es decir, nuevos aspectos de la práctica experimental que se debieran traducir en aprendizajes sujetos de investigación.

Las PE pueden responder a distintas finalidades, siendo importante que su diseño sea realizado de acuerdo al objetivo educativo propuesto (Izquierdo y Espinet, 1999; Hodson, 1994). Esta afirmación se refiere al diseño de un Trabajo Práctico de Laboratorio e involucra no sólo la metodología procedimental de la PE, sino también el equipo con el cual se implementará. Las TIC se pueden incorporar a la PE de distintas maneras y el modo como se las incorpore, dependerá necesariamente de los objetivos planteados para la misma.

¿Podrá una práctica clásica, probada y valorizada su eficiencia como instrumento de enseñanza y de aprendizaje, incorporar las TICs sin perder su riqueza desde lo conceptual cuando incorpora los beneficios que implica el uso de nuevas tecnologías? Creemos que es posible. Creemos que no es sencillo ni intuitivo determinarlo y por ese motivo, consideramos al problema de incorporar parcialmente o totalmente las TICs a la PE clásica, como un sujeto de investigación y procedemos a investigarlo.

A la PE clásica se la denominará Práctica Experimental Tradicional (PET); a una de las prácticas diseñadas, la que incorpora TIC sólo en algunos aspectos del uso del equipo la denominaremos Práctica Experimental Parcialmente Asistida (PEPA); y a la que incorpora TICs en variados aspectos y logra que el proceso de medición y de cálculo sea automático, la denominaremos Práctica Experimental Totalmente Asistida

(PETA). Cada una de estas prácticas (PET, PEPA y PETA), constituyó una estrategia.

Como metodología de investigación se utilizó la cuantitativa. La medición de la eficacia de las estrategias, se llevó a cabo mediante un cuestionario que se aplicó a la totalidad de alumnos en distintos grupos.

Resumiendo, el trabajo ofrece los resultados de utilizar distintos diseños de incorporación de las TICs al laboratorio (PEPA y PETA), comparándolos con aquellos que se obtienen al realizar prácticas tradicionales (PET). Los tres tipos de prácticas se aplicaron en un curso de Física del ciclo básico universitario, en experimentos asociados al movimiento de un carrito en un plano inclinado, sobre los temas "cinemática" y "dinámica (energía)".

Hipótesis

Dado que aún no se ha generado un cuerpo de conocimientos asociado a la presencia de las TIC en los diseños de práctica experimental (Kofman, ob. cit.), se carece de información suficiente y conocimientos previos del objeto de estudio, por lo que orientamos esta investigación a lograr resultados que constituyan una visión aproximada de dicho objeto.

Los resultados logrados permitirán una formulación más precisa del problema ya que se dispondrá de nuevos datos y se podrán formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

En síntesis, consideramos a esta investigación como exploratoria y con la función de profundizar en el conocimiento

del problema reuniendo información que permita en próximos trabajos la formulación de hipótesis.

GRUPOS	GC (PET) 33 alumnos		GE1 (PEPA) 41 alumnos		GE2 (PETA) 37 alumnos	
Comisiones	Comisión 1	Comisión 2	Comisión 3	Comisión 4	Comisión 5	Comisión 6
Práctica 1: cinemática	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA
Práctica 2: energía	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA

Tabla I. Distribución de las estrategias

Diseño del Experimento

El experimento se llevó a cabo proponiendo a los alumnos tres tipos de prácticas diferenciadas (PET, PEPA y PETA) en las unidades "cinemática" y "dinámica", en un curso de Física I del ciclo básico universitario. A las seis comisiones de dicho curso y en grupos de dos, le fueron aplicadas las distintas estrategias, según el esquema que muestra la tabla I. La comisiones 1 y 2, que totalizaron 33 alumnos y que constituyeron el grupo control (GC), realizaron dos veces una PET (cinemática y dinámica); las 3 y 4, que totalizaron 41 alumnos, y que constituyeron el grupo experimental 1 (GE1), realizaron dos veces una PEPA; y las 5 y 6, que totalizaron 37 alumnos y que constituyeron el grupo experimental 2 (GE2), realizaron dos veces una PETA. Con la estrategia, se intervino en un 20% del total de acciones didácticas desarrolladas por la cátedra en estos temas.

Para la realización de cada una de las PE, se trabajó con comisiones de alrededor de 20 alumnos. Se dispusieron seis equipos iguales, en cada una de las comisiones, con un docente que orientó su realización.

Para indagar sobre los resultados de la aplicación de las distintas estrategias, se utilizó como instrumento de evaluación un cuestionario con 7 preguntas, elaborado para evaluar aprendizajes en relación con los temas involucrados: "cinemática" y "dinámica". Fue aplicado a las seis comisiones del curso, 111 alumnos, luego de finalizar con el tema energía.

Las Prácticas Experimentales PET, PEPA y PETA

En las prácticas sobre **cinemática** y sobre **energía**, en sus tres versiones (PET, PEPA y PETA), se plantearon como objetivos generales: medir la velocidad y la aceleración de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado; caracterizar el tipo de velocidad que experimenta el cuerpo, encontrar una relación entre la aceleración del cuerpo y la de la gravedad, considerando la inclinación del plano; introducir la problemática de la energía mecánica en sus distintas formas y operar sobre las mismas para indagar sobre cómo éstas interactúan entre sí: aplicar la "teoría de errores" a las mediciones; acumular, al finalizar la PE, información y antecedentes que se puedan utilizar como fundamentos para emitir juicios de valor y de conocimiento; y analizar críticamente la experiencia.

Las Prácticas Experimentales Tradicionales (PET)

Fueron realizadas por las comisiones del GC, y en su diseño se utilizó, para llevar a cabo las mediciones, una cinta métrica y un cronómetro. Con una plomada se aseguró la vertical en la medida de las alturas. La inclinación de la pista se determinó midiendo la altura "h_o" y la distancia horizontal "b". El tiempo de caída del carrito por el plano inclinado, partiendo del reposo, se midió con un cronómetro. Figura 1.

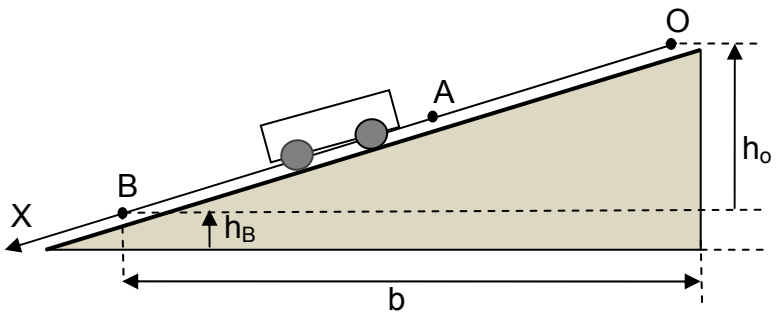


Figura 1. Esquema que muestra algunos parámetros que caracterizan a la PET

Admitiendo que el movimiento es acelerado y que su aceleración es constante (se demostró en clases teóricas), se calculó la velocidad final del móvil en el punto "B". Con dicho valor y el tiempo de caída, se calculó la aceleración del carrito. También con la velocidad final se pudo calcular el valor de energía cinética en el punto inferior "B" y con la medición de las alturas "h_o" y "h_B", se calculó el valor de la energía potencial del carrito en los puntos "O" y "B".

En suma, mediante mediciones y cálculos, se pudieron determinar valores de velocidad en el punto "B", de energías potencial y cinética en los puntos indicados como "O" y "B", y de la aceleración que experimenta el carrito. Los errores de las mediciones directas e indirectas, se determinaron a partir de las incertezas estimadas en las mediciones de los espacios y los tiempos, y utilizando la teoría de la propagación de incertezas.

Las Prácticas Experimentales Parcialmente Asistidas (PEPA)

Realizadas por el GE1, en su diseño se utilizó para medir una cinta métrica, un instrumento Xplorer Dataloger (GLX), un sistema de computación y un sensor de posición que opera con una señal de ultrasonido) por un sistema similar al de un radar. Figura 2. Con una plomada se aseguró la vertical al medir alturas. Respecto de las PET, sólo se cambió el modo de registrar las distintas posiciones del móvil y el instante de tiempo en el que ello ocurre.

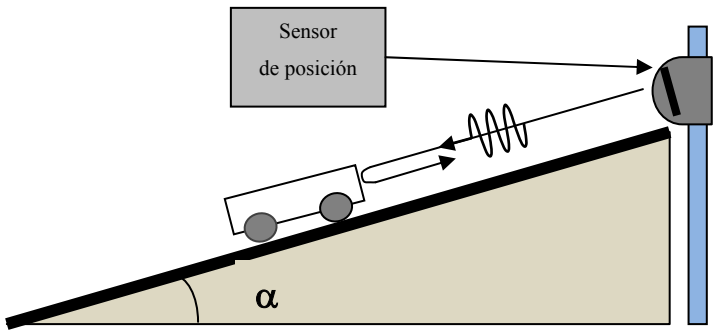


Figura 2. Esquema del montaje que utilizará durante la práctica experimental PEPA y la PETA.

El Xplorer GLX es un equipo de adquisición de datos, que puede analizar los datos recogidos, realizar operaciones y representaciones gráficas. Conectado al sensor de posición, proporciona los datos que contiene la tabla II. Luego, se conecta el GLX a una computadora que se utiliza para imprimir la Tabla II (también se podría haber conectado el Xplorer directamente a una impresora). Los alumnos operaron sobre los datos de la Tabla II.

Punto	Tiempos t [s]	Posición X [m]
-------	0,560	0,132
-------	0,580	0,132
-------	0,600	0,132
(x_o,t_o)	**0,620**	**0,132**
(x_1,t_1)	0,640	0,133
(x_2,t_2)	0,660	0,133
(x_3,t_3)	0,680	0,134
(x_4,t_4)	0,700	0,135
(x_5,t_5)	0,720	0,136
(x_6,t_6)	0,740	0,138
(x_7,t_7)	0,760	0,139
(x_8,t_8)	0,780	0,141
(x_9,t_9)	0,800	0,143

Tabla II. Conjunto de valores que registra el Xplorer.

Las Prácticas Experimentales Totalmente Asistidas (PETA)

Realizadas por el GE2, son en todo similar a la práctica anterior, salvo que una vez que la computadora ha almacenado los datos, utiliza un software especialmente cargado en la misma, el "Data Estudio", compatible con el modo como archivó los datos el GLX, para analizarlos. Por ejemplo, se puede observar en la pantalla de la computadora, la representación de la función posición del carrito x(t); también el programa puede ajustar una función de segundo grado, $x(t)=a.t^2+b.t+c$, a la representación anterior, determinando los parámetros que caracterizan al movimiento ("a", "b" y "c") y sus errores asociados ("Δa", "Δb" y "Δc"). Lo mismo puede hacer con la función velocidad asociada al movimiento del carrito, determinando los parámetros que la caracterizan y sus errores asociados. Los alumnos utilizan todas estas posibilidades que les proporciona el "Data Estudio", para estudiar el movimiento.

Instrumento de Evaluación y Resultados

Enunciado.

Suponga un carrito que se desliza por un plano inclinado, partiendo del reposo desde una posición inicial indicada como (x_o). **Desprecie todo tipo de rozamiento** y suponga que dispone del instrumental conveniente, para determinar la posición que ocupa el móvil por cada centésima de segundo que transcurre, es decir que a iguales intervalos de tiempo (0,01s) el instrumento detecta la posición instantánea que ocupa.

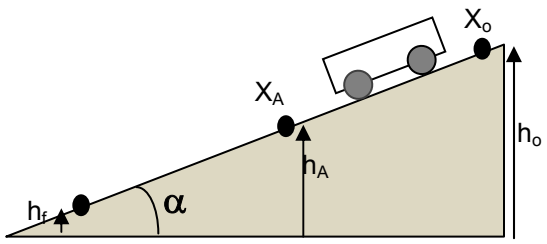


Figura 3. Esquema del arreglo. experimental.

Pregunta 1.

¿Cree Ud. que la distancia recorrida por el carrito entre dos tomas de datos consecutivas, es (I*GUAL/MAYOR/MENOR*) cuando el móvil se acerca a la parte inferior de la pista, en relación a cuando se encuentra en la parte superior?

1. □ IGUAL
2. □ MAYOR
3. □ MENOR
4. □ NO SE

Respuestas.

En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 1.2), siendo los porcentajes más elevados los del GE1. Se destacan también porcentajes importantes en la opción 1.1, especialmente del GC, con un 30%, aun cuando no es despreciable el porcentaje del (22%), del GE2. Tabla III y figura 4.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
1.1	30,30	14,63	21,62
1.2	57,58	78,54	67,57
1.3	6,06	4,39	8,11
1.4	6,06	2,44	2,70
Total	100,00	100,00	1º00,00

Tabla III. Respuestas pregunta 1.

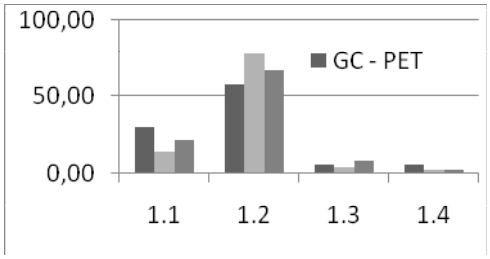


Figura 4. Diagrama de respuestas pregunta 1.

Pregunta 2.

Suponga que el carrito es soltado en planos inclinados con diferentes ángulos, pero siempre inicia su movimiento con $v_o = 0$ en puntos x_0 que tienen la misma altura en todos los casos, como indica la figura 5. Si se aumenta el ángulo del plano inclinado, ¿cree usted que la velocidad final del carrito es (*IGUAL/MAYOR/MENOR*) para el plano más inclinado con respecto al de menor ángulo?

5. □ IGUAL
6. □ MAYOR
7. □ MENOR
8. □ NO SE

Respuestas.

En las tres prácticas la respuesta más elegida es incorrecta (opción 2.2). Se percibe (Tabla IV y figura 6) que los estudiantes no logran aplicar a la situación propuesta conceptos relacionados con la energía mecánica (Em=Ec+Ep), ya que no relacionan que al no variar la altura la velocidad final se mantiene constante. Los porcentajes son importantes y llegan hasta un 92%, en el caso del GE2. En el GE1 se advierte un menor porcentaje en la opción incorrecta 2.2 y un mayor porcentaje, en la correcta 2.1.

Aparentemente, asocian la velocidad con la aceleración que, dado que el ángulo se incrementa, su valor aumenta a medida que éste se hace mayor. No consideran que la velocidad final de un movimiento no sólo depende de la aceleración, sino también del lapso de tiempo en el cual ésta actúa. En síntesis el GE1 es el que menos desacierta.

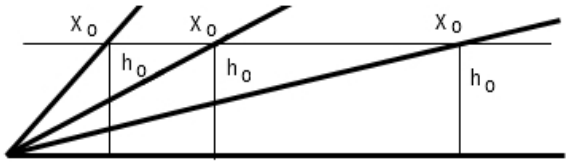


Figura 5. Varias inclinaciones del plano.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
2.1	12,12	31,71	8,11
2.2	81,82	68,29	91,89
2.3	6,06	0,00	0,00
2.4	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100

Tabla IV. Respuestas pregunta 2

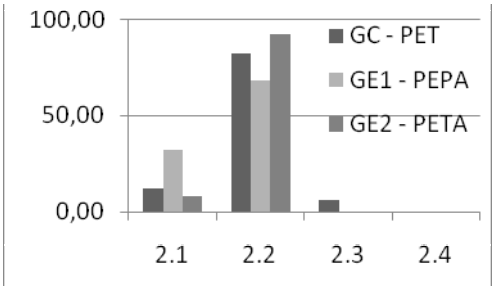


Figura 6. Diagrama de respuestas, pregunta 2..

Pregunta 3.

En el mismo caso del punto anterior, si se aumenta el ángulo del plano inclinado y el móvil inicia su movimiento con $v_o = 0$ en puntos x_0 que tienen la misma altura para todos los ángulos, ¿cree usted que el tiempo que le lleva al carrito deslizarse hasta el final del plano es (*IGUAL/MAYOR/MENOR*) para el plano más inclinado con respecto al de menor ángulo?

9. □ IGUAL
10. □ MAYOR
11. □ MENOR
12. □ NO SE

Respuestas.

En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 3.3), siendo los porcentajes similares en los diferentes contextos experimentales. Apenas se destaca por encima del resto de los porcentajes, el que logra el GE1 (83%). Tabla V y figura 7.

Se estima que asocian el tiempo de caída con el espacio recorrido (es menor al aumentar la inclinación), con la velocidad (es mayor al aumentar la inclinación), o con ambos, ya que operan en el mismo sentido en relación con el tiempo de caída.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
3.1	0,00	2,44	5,41
3.2	18,18	9,76	16,22
3.3	78,79	82,92	75,67
3.4	3,03	4,88	2,70
Total	100,00	100,00	100,00

Tabla V. Respuestas pregunta 3.

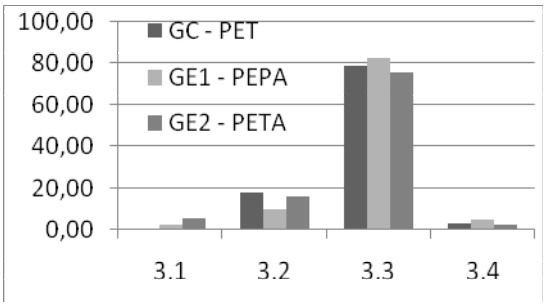


Figura 7. Diagrama de respuestas pregunta 3.

Pregunta 4.

Siguiendo con el caso planteado en los puntos 2 y 3, si se aumenta el ángulo del plano inclinado, ¿cree usted que la aceleración del carrito es (*IGUAL/MAYOR/MENOR*) para el plano más inclinado con respecto al de menor ángulo?

13. □ IGUAL
14. □ MAYOR
15. □ MENOR
16. □ NO SE

Respuestas.

En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 4.2), siendo los porcentajes más elevados, del orden de 90%, los del GE2. En la opción 4.1, incorrecta, aparecen porcentajes importantes (30%) del GC. Estos resultados se ilustran en la Tabla VI y la figura 8.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
4.1	30,30	19,51	10,81
4.2	66,67	65,85	89,19
4.3	0,00	4,88	0,00
4.4	3,03	9,76	0,00
Total	100,00	100,00	100,00

Tabla VI. Respuestas pregunta 4.

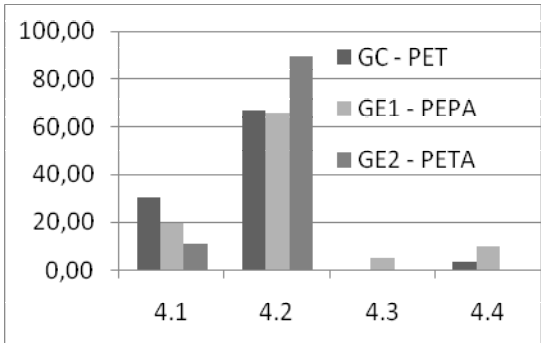


Figura 8. Diagrama de respuestas pregunta 4.

Pregunta 5.

Manteniendo ahora constante el ángulo del plano inclinado, considerando las posiciones inicial (x_o), intermedia (x_A) y final (x_f) indicadas, y tomando para la medida de las alturas la base de apoyo del plano, ¿con cuál de las afirmaciones siguientes usted está de acuerdo? Puede elegir más de una.

17. □ La energía cinética en xA es igual a la energía potencial en xo.
18. □ Toda la energía potencial en xo se transforma en energía cinética en xf.

19. □ La energía mecánica total en las tres posiciones indicadas es la misma.
20. □ La energía mecánica total inicial (posición xo) es igual a la energía mecánica total final (posición xf), pero no es igual a la energía mecánica total en la posición intermedia xA.
21. □ No sé.

Respuestas.

Dado que podían seleccionar más de una respuesta, aparecen las combinaciones de opciones que se muestran en la tabla VII y la figura 9. La respuesta más seleccionada es aquella que combina la opción 5.2 (afirmación falsa) con la 5.3 (afirmación correcta). Las respuestas correctas (afirmación 5.3) son relativamente bajas, y preocupantemente bajas en el caso de alumnos del GC (24%) que hicieron la PET y del GE1 (20%) que hicieron la PEPA. En general los alumnos no advierten que en la posición final el cuerpo aún tiene energía potencial. No han comprendido que es el "cambio" de energía potencial el que se transforma en "cambio" de energía cinética. En la opción varios se agrupan otras combinaciones cuyas frecuencias son muy bajas.

Resultados	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
5.1	3,03	0	0
5.2	12,12	7,32	10,81
5.3	24,24	19,51	35,14
5.4	0	0	2,7
5.5	0	9,76	0
5.2 – 5,3	45,45	51,21	48,65
5,2 – 5.4	12,12	7,32	2,7
Varios	3,03	4,88	0
Total	100	100	100

Tabla VII. Respuestas pregunta 5.

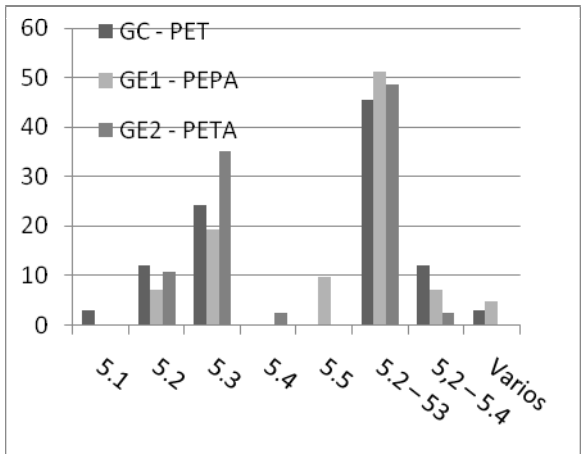


Figura 9. Diagrama de respuestas pregunta 5.

Pregunta 6.

Suponga ahora que el tiempo que le lleva al carrito llegar al final del plano inclinado es superior a 1,5 s. Para calcular la velocidad instantánea en t=1s, si usted dispone solamente de la información dada por su instrumental (tiempos y posiciones cada 0,01s), ¿qué datos debería utilizar? Puede elegir más de una.

22. □ ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos muy cercanos a t=1s?
23. □ ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos alejados del valor t=1s?
24. □ ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos muy alejados del valor t=1s?
25. □ ¿Muchos pares de coordenadas (x,t)?
26. □ No sé.

Respuestas.

El GE1 posee el mayor número de respuestas correctas (opción 6.1) y menos respuestas de la opción 6.5, "no sé". Valores similares de respuestas correctas se observan en el GC y el GE2, siendo las diferencias poco significativas respecto del GE1.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
6.1	66,67	75,61	67,57
6.2	3,03	2,44	0,00
6.3	0,00	2,44	2,70
6.4	6,06	7,32	5,41
6.5	21,21	7,32	18,92
Otras	3,03	4,88	5,4
Totales	100,00	100,00	100,00

Tabla VIII. Respuestas pregunta 6.

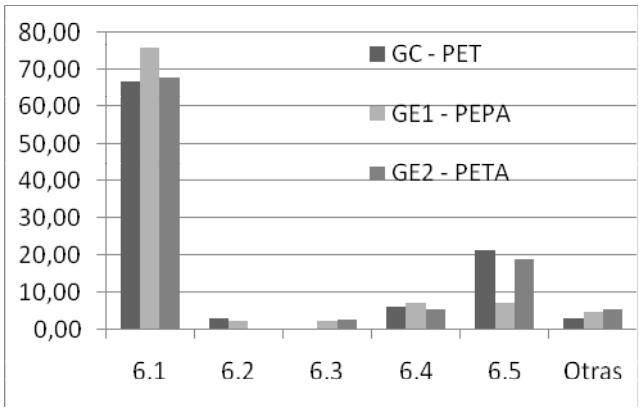


Figura 10. Diagrama de respuestas pregunta 6.

Pregunta 7.

¿Cómo calcularía la aceleración instantánea del carrito en t=1s? Puede elegir más de una.

27. ☐ ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes próximos a t=1s y luego obtendría su promedio?
28. ☐ ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes alejados a t=1s y luego obtendría su promedio?

29. □ ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes próximos a t=1s y luego con el valor de la diferencia de las velocidades calculadas y el lapso en el cual ocurren, calcularía la aceleración?
30. □ No podría calcularla sin el dato del ángulo de inclinación del plano.
31. □ No sé.

Respuestas.

El GE1 alcanza un 73% de respuestas correctas (opción 7.3); le sigue el GE2 con un 49%. El GC tiene sólo un 30% de respuestas correctas y en su mayoría (45%) no responde la pregunta. También el GE2 en un 27% no responde la pregunta. Los porcentajes para la opción 4, de los GC y GE2, no son para nada despreciables.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
7.1	9,09	9,76	2,70
7.2	0,00	2,44	0,00
7.3	30,30	73,17	48,65
7.4	12,12	0,00	16,22
7.5	45,45	7,32	27,03
Otras	3,03	7,32	5,4
Totales	100,00	100,00	100,00

Tabla VIII. Respuestas pregunta 7.

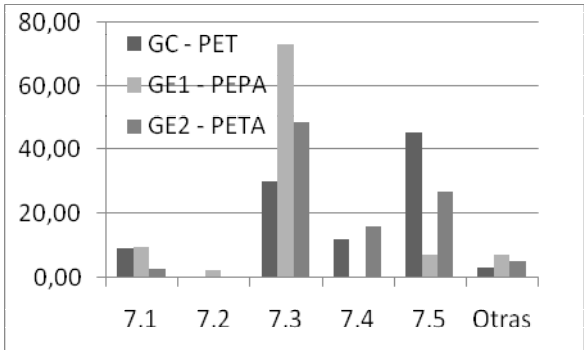


Figura 11. Diagrama de respuestas pregunta 7.

Conclusiones

Los tres grupos (GC, GE1 y GE2), operaron de distinto modo y ello provocó distintos comportamientos. El GC, operó sobre dos pares ordenados posición-tiempo: cuando el carrito iniciar su movimiento y al finalizar su recorrido por el plano. Aceptando que se trata de un MRUV, calculó valores de velocidad y aceleración. El GE1, operó con muchos pares ordenados, con posiciones muy próximas en el tiempo y calculando valores de velocidad "casi" instantáneos. El GE2, miró de reojo a los pares ordenados con los que trabajó el GE1 y dejó que el software Data Estudio, operara sobre los mismos.

Este modo de operar en la práctica, es el que direcciona algunos de los comportamientos detectados. Levemente se advierte un mejor comportamiento, en general, del GE1. Éste experimenta mejores respuestas en las preguntas 1, 2, 3, 6 y 7. Sus diferencias con el grupo que le sigue en la opción correcta son: del 11% en la pregunta 1; del 20% en la pregunta 2; del 4% en la pregunta 3; del 8% en la pregunta 6, y del 24% en la pregunta 7. Las diferencias más importantes ocurren en la

pregunta 2 (estimamos se debe a que el cálculo de la velocidades "casi" instantáneas que realizaron tomando pares ordenados sucesivos, les permitió internalizar los valores de velocidad que, finalmente recordaron al momento de responder la pregunta) y en la 7 (realizaron cálculos muy relacionados con la pregunta).

También podemos señalar que el GE1, como el GC y el GE2, no responde bien la pregunta 2. Seguramente en todos los grupos, sea más fuerte la asociación entre velocidad y aceleración que relacionar la velocidad final con la aceleración y con tiempo que esta actúa.

Respecto del pregunta 4 y en relación con la buena performance del GE2, se puede señalar que éste grupo realizó la experiencia (casi automática) con rapidez. Esto permitió que se hicieran variados experimentos con distintas inclinaciones del plano, lo que contribuyó a que los alumnos internalizaran la idea: "a mayor inclinación, mayor aceleración".

Una de las ideas más difundidas asociadas a la conservación de la energía mecánica, es que cuando un cuerpo cambia de posición, su energía potencial se transforma en energía cinética, o viceversa. Esta idea reemplaza a aquella de que es el "cambio" de una forma de energía el que se transforma en otro tipo de energía. Los resultados de la pregunta 5, estarían manifestando que ninguna de las estrategias opera sobre esta idea.

Los resultados sugieren, al menos por ahora, que la incorporación de las TIC a la PE, debe necesariamente ser investigada. Las TIC están presentes en el sistema educativo y se utilizan en la educación científica, pero aún se percibe sólo como idea sospechada, no avalada por el resultado del colectivo de investigaciones, los beneficios de su uso.

Referencias Bibliográficas

Boido, G., 1993. La reconstrucción de experimentos en la historia de la ciencia: Galileo en debate. *Enseñanza de la Física-APFA.* 6(1), pp.66-72.

Capuano, V.; Follari, B.; Dima, G.; De la Fuente, A.; Gutierrez, E.; Perrotta, M. (2001). *Los experimentos cruciales en la enseñanza de la Física y el espejo de Lloyd*. ENPF. Córdoba, pp.119-127.

Capuano, V.; Gutierrez, E.; Martín, J.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M. (2006a). *Sobre como las "prácticas experimentales orientadas" contribuyen al cambio conceptual*. V CAEDI. Mendoza. pp 463-470.

Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Rocchietti, R.; Albarracín , L. y González, M. (2006b). *El cambio conceptual y las prácticas experimentales orientadas, en la "formación de imágenes"*. Memorias SIEF 8. Gualeguaychú.

Capuano, V, y González, M., 2008. Sobre cómo se incorporan las NTICS a la práctica docente en general y a la práctica experimental en particular, en Física. VI CAEDI. Trabajo Nº 355. Páginas: 8.

Fuertes Martínez, J. y Pérez Gigosos, G., 1996. Regreso al Plano Inclinado. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 9, Nº 2, pp. 93-108.

García, P., Insausti, M. y Merino, M., (1999). Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 533-542.

Gil Pérez, D. y Valdéz Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

Gutierrez, E. y Capuano, V., 2008. Los "experimentos cruciales" en Física, la enseñanza de la Física y la "resignificación conceptual". Memorias VI CAEDI. Trabajo Nº 354. Páginas: 8.

Hodson D., 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. Vol 12, N° 3, pp.299-313.

Izquierdo, M. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de prácticas escolares de ciencias experimentales*, Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-60.

Klimovsky, A. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico*. Editorial A-Z. Buenos Aires. Argentina.

Kofman, H. (2005). Nuevos contenidos y metodologías con NTICs en la Enseñanza de la Física. *Revista de Física de La Argentina (FCEFyN –UNC) Número extraordinario*. pp 20-27.

Novak, J. (1990). *Teoría y Práctica de la Educación*. Editorial Alianza Universitaria. IV reimpresión. Madrid, España, 175p.

Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S., 2012. La importancia de las actividades de Laboratorio en la Formación en Física de Ingenieros. SIE11,pp.61-67.

Salinas, J. (1996). Manifestación de razonamientos "ad hoc" en estudiantes de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física* , 9 (2),25-32.

San Martí, N. y Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique* Nº 29 pp 71-83.

Circuitos Resistivo-Inductivos en Corriente Continua: Los Problemas Resueltos en Libros de Texto Universitarios

Norah Giacosa[1]; Claudia Zang[1]; Silvia Giorgi[2]; Jorge Maidana[1]; Alejandro Such[1]

1: Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones.

2: Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral.

norah@correo.unam.edu.ar

Resumen

En este trabajo se describen y caracterizan los problemas resueltos, relativos a circuitos RL, presentes en los libros de texto universitarios de uso habitual en la República Argentina. Los resultados obtenidos, mediante el análisis de contenido, indican que en la muestra analizada prevalecen problemas cuantitativos, cerrados y reiterativos. La resolución propuesta promovería mayoritariamente el uso de algoritmos matemáticos con un bajo nivel de conceptualización. Se concluye que la resolución mostrada guarda escasa coherencia con el

trabajo de investigación dirigida y no promovería el quehacer científico en los estudiantes.

Palabras Clave: Libros de texto; Universidad; Circuitos resistivo-inductivos; Problemas resueltos.

Desarrollo de Habilidades Cognitivas al Abordar una Situación Experimental en Física

Scancich, Miriam; Yanitelli, Marta; Massa, Marta.

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

scancich@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo se indagó sobre los procesos de conceptualización desarrollados por estudiantes del ciclo básico universitario de las carreras de Ingeniería al abordar una situación experimental en la que se analiza el movimiento de un cuerpo sobre una pista horizontal de aire aplicando los principios de Newton. Asimismo se analizó acerca de la utilización del lenguaje -literal y simbólico- y las habilidades cognitivo-lingüísticas que ponen en juego los estudiantes en tales procesos. Los resultados obtenidos permitieron identificar tres niveles de conceptualización: *Integración significativa*, *Integración débil* y *Sin integración*. Todos los grupos elaboraron comparaciones entre las magnitudes involucradas a fin de producir conclusiones. En general las acompañan con justificaciones de distintos niveles de profundidad.

Palabras Clave: Procesos de conceptualización; Situación experimental; Habilidades cognitivo-lingüísticas; Estudiantes universitarios.

Introducción

El proceso de conceptualización en Física se desarrolla al mismo tiempo que se construye el discurso científico. Éste, a su vez, posee una gran capacidad organizadora de los procesos cognitivos que se desencadenan pues proporciona elementos para comprender e interpretar la realidad que percibimos. Cuando un estudiante se enfrenta a la resolución de un problema semi-estructurado en una actividad de laboratorio, se ve obligado a aplicar conceptos y establecer relaciones apropiadas entre ellos que involucran, necesariamente, el uso de un vocabulario específico, de determinadas expresiones matemáticas y de estrategias discursivas adecuadas. Este hecho implica desarrollar un cambio de un discurso cotidiano, característico en los estudiantes antes del inicio de la enseñanza, hacia un discurso científico asociado a estrategias de reorganización y transformación de la información (Miras, Solé y Castells, 2000).

Según Newell y Simon (1972) el desarrollo de habilidades cognitivas requiere de un aprendizaje sistemático y deliberado. En particular, se activan las habilidades cognitivo-lingüísticas para organizar un tipo de estructura textual específica que permita la comunicación de ideas en forma oral y/o escrita con los demás. A través de ellas se produce una transferencia e intercambio de conocimientos utilizando el lenguaje como medio (Jorba, Gómez y Prat, 1998).

Desde esta perspectiva, en este trabajo se indagó sobre los procesos de conceptualización desarrollados por estudiantes del ciclo básico universitario, al abordar una situación experimental en la que se analiza el movimiento de un cuerpo sobre una pista horizontal de aire aplicando los principios de Newton y cómo se evidencia la utilización del lenguaje -literal y simbólico- y de las habilidades cognitivo-lingüísticas en tales procesos.

La presente investigación forma parte de un estudio más amplio emprendido en el marco de una Tesis de Maestría en Docencia Universitaria orientada a analizar posibles semejanzas y diferencias en el razonamiento de los estudiantes al abordar situaciones problemáticas de lápiz y papel y experimentales. También interesó detectar las principales dificultades que se pueden presentar al resolver dichas situaciones (Scancich, 2013).

Las cuestiones de interés asociadas a esta problemática y sobre las que se organizó este artículo, son las siguientes:

¿Cómo orientan los estudiantes su razonamiento al abordar una situación problemática experimental en el área de la Dinámica de la Partícula? ¿Qué dificultades se presentan en relación con las prácticas lingüísticas?

Referentes Teóricos

El aprendizaje significativo es un proceso cognitivo dinámico a través del cual una nueva información encuentra un punto de anclaje en conceptos o proposiciones relevantes, inclusivas, claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1998).

Mayer (1983) considera que pensar es un proceso mental por medio del cual el sujeto le da sentido a su experiencia. Todo acto de pensamiento combina operaciones cognitivas, (tales como recordar, comparar, clasificar, inferir, sintetizar, resolver problemas, tomar decisiones, razonar, evaluar), con operaciones metacognitivas que explican y dirigen la manera en que se producen y mejoran los significados atribuidos a las ideas.

Según Sánchez (2002) desarrollar una habilidad cognitiva implica la superación de la siguiente secuencia de etapas: conocimiento y comprensión de la operación mental implicada -concientización de los pasos que conforman la definición operacional de la misma– aplicación y transferencia de tal operación a diversas situaciones y contextos -generalización del procedimiento y evaluación- mejora continua del procedimiento. Aplicar habilidades cognitivas de manera efectiva requiere practicarlas hasta lograr el hábito de utilizarlas, en forma espontánea, en variedad de situaciones y contextos, adaptándolas de acuerdo a las demandas de la tarea.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje humano se concibe como un proceso activo y constructivo. Es activo porque al aprender, se ponen de manifiesto un conjunto de habilidades cognitivas que permiten procesar la información que recibimos, y es constructivo, porque éstas permiten elaborar significados que van a depender de la interacción entre la nueva información y un aspecto relevante de la estructura cognitiva del sujeto.

Laorden, García y Sánchez (2005) reconocen:

- *habilidades cognitivas básicas*, que están constituidas por operaciones mentales elementales, tales como: observar, asociada a habilidades cognitivo-lingüísticas como describir, definir, entre otras; clasificar, que involucra describir, sintetizar, definir;

- *habilidades cognitivas integradoras*, que exigen la comprensión de un concepto e implican la posesión de significados claros, precisos, diferenciados y transferibles que funcionen como punto de anclaje de la nueva información. Entre estas pueden citarse: modelar, que implica habilidades cognitivo-lingüísticas como enunciar características, sintetizar, describir; interpretar, asociada a justificar y argumentar; evaluar, que conlleva habilidades cognitivo-lingüísticas como explicar, argumentar, fundamentar.

De acuerdo con su acción, las habilidades cognitivas pueden ser caracterizadas como: *analíticas* si involucran operaciones tales como relacionar (que está asociada a habilidades cognitivo-lingüísticas como comparar, analizar) o *críticas* cuando suponen tareas orientadas a habilidades tales como, distinguir (que involucra definir, describir); elegir (que comprende formular relaciones, sintetizar, describir).

Metodología

La investigación, de perfil cualitativo y descriptivo, se desarrolló con 52 estudiantes de Física I de carreras de Ingeniería distribuidos en 12 grupos de trabajo. Se seleccionó la práctica de laboratorio "Análisis de fuerzas y movimientos utilizando una pista de aire", la cual se llevó a cabo después de desarrollar los contenidos teóricos sobre: movimiento y principios de Newton. Dicha actividad, realizada en paralelo con la resolución de problemas de lápiz y papel, se centra en el estudio del movimiento de un cuerpo de masa m_1 sobre una pista horizontal de aire, que es tirado mediante una cuerda que pasa por una polea y que sostiene a otro cuerpo de masa m_2, tal como

se muestra en la Figura 1. Se propone al estudiante realizar el análisis del movimiento desde dos perspectivas: cinemática y dinámica (con identificación de interacciones).



Figura 1: Dispositivo experimental

Los estudiantes dispusieron de una guía que contempla el desarrollo de un trabajo progresivo orientado al análisis cualitativo de la situación, y los posiciona en relación con el marco teórico específico. Las memorias escritas elaboradas en grupos, como producto de la actividad experimental realizada, se constituyeron en el instrumento de recolección de datos. Las mismas fueron sometidas a una técnica de análisis de contenido (Bernárdez, 1995) buscando indicadores de los procesos cognitivos activados con el objeto de obtener una clasificación. Se definieron a priori, en relación con las demandas consignadas en la guía, cuatro categorías: *Enunciado de condiciones de trabajo, Representación de fuerzas, Procesos asociados a la resolución y Lenguaje.* Las modalidades asociadas a cada categoría emergieron durante el procesamiento de los datos (Scancich, 2013).

En particular, en el estudio de la categoría *Lenguaje*, se tuvieron en cuenta aspectos asociados al enunciado de condiciones de trabajo, a la formalización desarrollada en la determinación de la aceleración y a las habilidades cognitivo-lingüísticas puestas en juego (Jorba y Sanmartí, 1996). Las modalidades derivadas de estos aspectos se consignan en la Tabla 1.

	Modalidades
Enunciado de condiciones de trabajo	Lenguaje académico.
	No enuncia condiciones.
	Ubicación dentro del informe: en la introducción teórica, en el procedimiento, en la conclusión.
Formalización de la aceleración	Determinación gráfica por software.
	Determinación analítica utilizando expresiones matemáticas pre-establecidas.
	Determinación analítica a partir de la deducción de ecuaciones.
Habilidades cognitivo lingüísticas	Comparación. Se establecen semejanzas y diferencias entre las variables. En este proceso al identificar elementos comunes emergen generalizaciones sobre las variables y particularidades al detectar elementos únicos.
	Descripción. Se encuentra íntimamente relacionada con la observación de un sistema, de un proceso o de un fenómeno. Contribuye a ordenar la información que se percibe y a diferenciar las características y variables significativas con el fin de encontrar regularidades y realizar una clasificación para interpretar los hechos en función de una teoría o un modelo.
	Justificación. Implica la validación de un razonamiento utilizando reglas o principios para relacionar unos datos con la conclusión, recurriendo a la estructura de conocimientos científicos la que incluye contenidos afines que permiten fundamentar el razonamiento.

Tabla 1: Modalidades asociadas a la categoría Lenguaje

De acuerdo con las relaciones conceptuales elaboradas y tomando como base las categorías y modalidades detectadas se identificaron niveles de conceptualización entre los grupos. Cada uno de ellos se sintetizó en un diagrama que muestra aspectos específicos relacionados con la organización de los contenidos conceptuales y procedimentales puestos en juego y las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas con las demandas de la resolución de la situación experimental.

Resultados y Discusión

La asociación de modalidades a cada categoría de análisis, detectadas en las producciones escritas de los estudiantes, permitió identificar tres niveles de conceptualización, que se denominaron: *Integración significativa*, *Integración débil* y *Sin integración*. Las características relevantes se presentan a continuación:

Integración significativa (50% de los grupos). Las producciones evidencian un proceso de indagación activa con la formulación de condiciones de trabajo, la esquematización y la modelización de la situación experimental. Muestran la elaboración de un procedimiento de operaciones coordinadas con el fin de obtener los objetivos propuestos. Se observó que los grupos dan cuentan de un nivel de comunicación académico en donde se manifiesta un estilo formal con dominio de vocablos específicos. Estos estudiantes articularon permanentemente los significados atribuidos a los términos disciplinares tanto en la elaboración de condiciones de trabajo como en la representación

simplificada del sistema en estudio, fijando claramente los atributos esenciales del mismo.

En la Figura 2 se presenta el diagrama que sintetiza el modo de actuación de un grupo (identificado como G3), prototipo de este nivel de conceptualización. Cabe aclarar que la lectura del diagrama no es lineal, de allí que se apeló a flechas de doble sentido para especificar las relaciones entre los distintos elementos constitutivos del mismo.

Se observa que las condiciones de trabajo, basadas en elementos concretos, le permitieron simplificar el sistema en estudio recurriendo a una representación que guarda similitud con la que se reconoce en los enunciados de la práctica de problemas de lápiz y papel que se realiza en el aula. El grupo consideró explícitamente: *"La polea y la soga intervinientes son de masa despreciable"*, lo cual le posibilitó avanzar en el proceso de modelización. En la Figura 2 se observa que el grupo da cuenta de este supuesto indicando las tensiones a ambos lados de la polea sin representar explícitamente a la misma. Asimismo, el colchón de aire se constituyó en un aspecto relevante de este proceso ya que al detectar el efecto del aire que emerge por los orificios de la pista elevando al planeador, los estudiantes designan su acción como un "empuje" (**E**, en la Figura 2). Este concepto no queda claramente definido dado que su tratamiento y explicación corresponde a Mecánica de Fluidos, área que es objeto de estudio en un curso posterior.

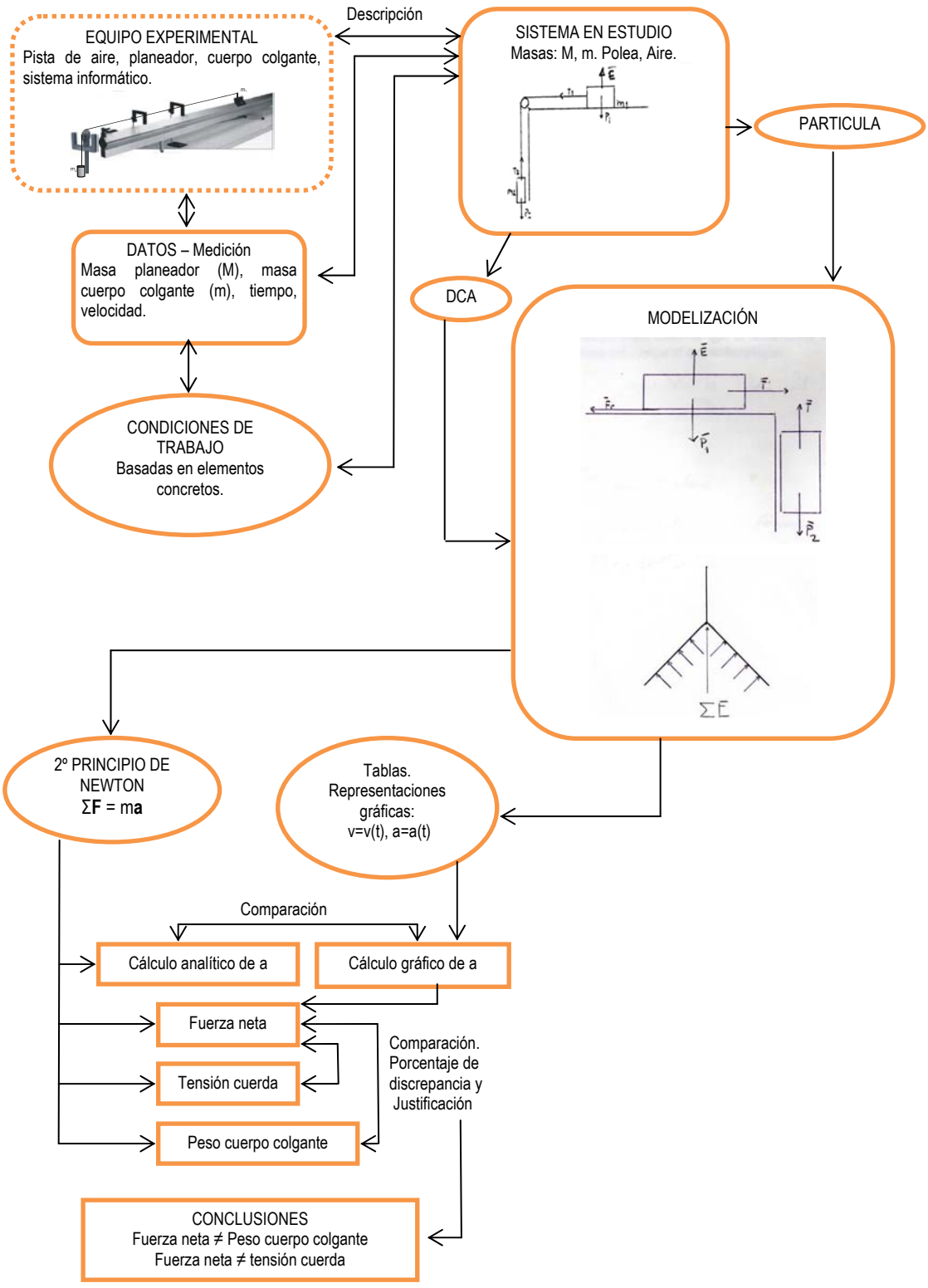


Figura 2: Diagrama del modo de actuación del grupo G3 prototipo del nivel "Integración significativa"

El Segundo Principio de Newton y la gráfica v = v(t) le permitió al grupo G3 desarrollar la formalización específica para la determinación de la fuerza neta y la tensión en la cuerda. Los procesos de comparación, con sus correspondientes justificaciones, entre: el *cálculo analítico de la aceleración a con* el *cálculo gráfico de a;* la *fuerza neta* F_n con el *peso del cuerpo colgante* P_2*;* la *fuerza neta* F_n con la *tensión en la cuerda T*, viabilizaron el camino hacia la meta final.

La justificación elaborada por el grupo G3 sobre la desigualdad $F_n \neq P_2$ evidencia un adecuado y satisfactorio enunciado de conclusiones: *"De acuerdo a la Segunda Ley de Newton, debería cumplirse que cuando se desprecia el roce con el aire, la* F_n *debe ser igual a* P_2*. En el experimento nos aproximamos bastante a esta igualdad, obteniendo un porcentaje de discrepancia con el resultado teórico menor del 0.3%"*.

Otros grupos de trabajo pertenecientes a esta clase, enunciaron condiciones de trabajo basadas en elementos teóricos. Las proposiciones elaboradas incluyen conceptos disciplinares articulados significativamente. Así el grupo G5 consignó: *"…despreciamos la fuerza que realiza el rozamiento viscoso…"*, aplicando los conceptos que se desarrollan en la asignatura asociados a los distintos tipos de fuerzas, en particular, las fuerzas originadas por los fluidos (Creus, Massa y Cortés, 1998).

La mayoría de los grupos efectúa una descripción de la operatoria experimental mientras que las operaciones de comparación entre las magnitudes físicas involucradas -aceleración del sistema y aceleración de la gravedad; F_n y P_2; F_n y T- son establecidas por todos los grupos. La validación de las comparaciones efectuadas, apelando a la justificación de las

mismas, fue formalizada por la mayoría de estos grupos. Los aspectos mencionados dan cuenta del modo en que los estudiantes estructuraron el conocimiento adquirido durante el desarrollo de la experiencia, en función de los contenidos asociados con el Segundo Principio de Newton, favoreciendo un aprendizaje significativo.

En síntesis, los resultados obtenidos muestran que los grupos generaron su propio modo de actuación al describir los procedimientos a seguir, es decir, fueron capaces de diseñar y desarrollar el experimento a fin de obtener los objetivos previstos. El enunciado de condiciones de trabajo no fue un hecho mecánico sino que emergió de las reflexiones en el grupo ante el dispositivo experimental y el movimiento registrado. La conceptualización se afianzó tanto en este proceso como durante la modelización y la contrastación de los resultados obtenidos.

Integración débil (33%). En este nivel se activan ideas antecedentes y conceptos previos, detectándose la sistematización de una secuencia de operaciones, como esquema de resolución tipo, que permitió a los estudiantes determinar experimentalmente las magnitudes buscadas.

En la Figura 3 se presenta el diagrama correspondiente al modo de actuación del grupo nombrado como G7, prototipo de este nivel de conceptualización. Este grupo efectúa una descripción de la operatoria experimental lo cual le permitió efectuar acciones para el desarrollo del experimento a partir de la observación del sistema en estudio.

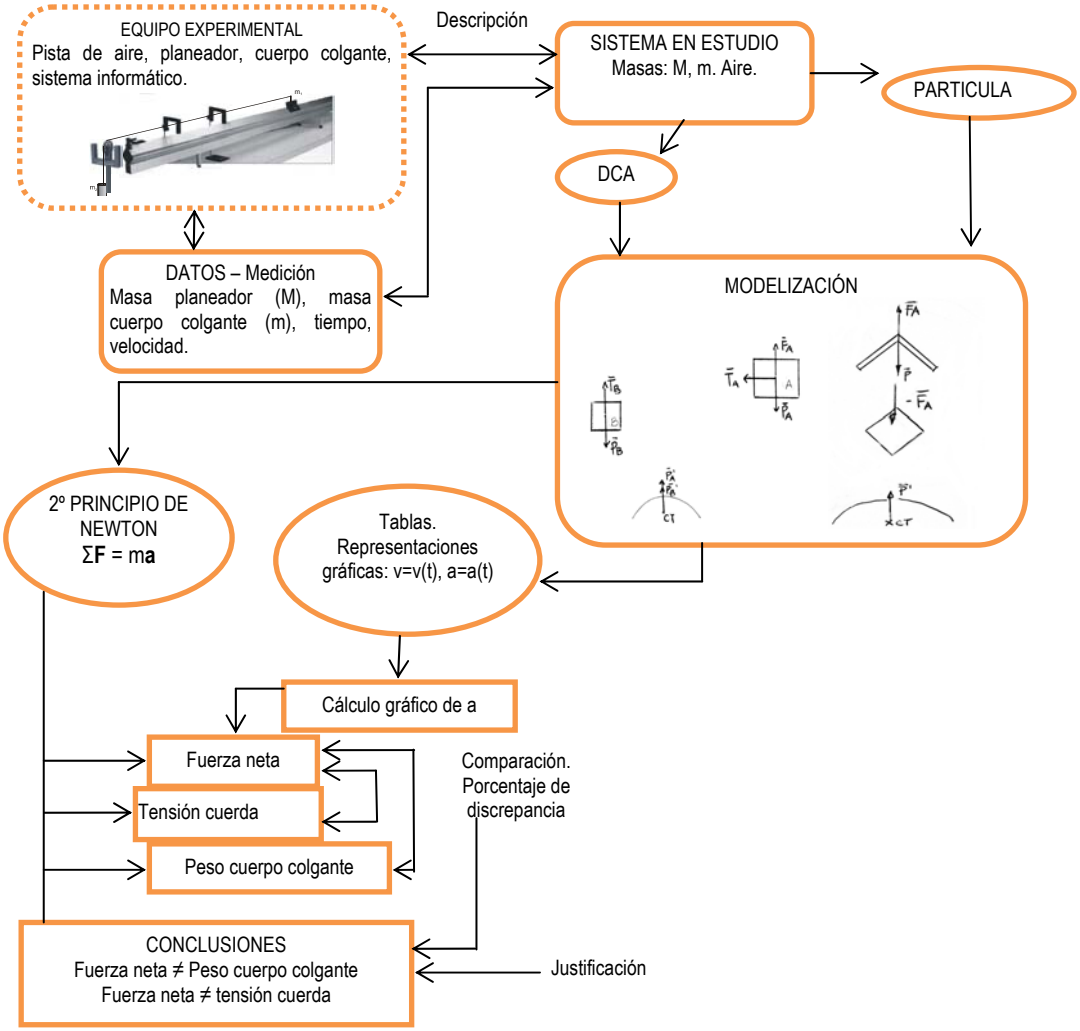


Figura 3: Diagrama del modo de actuación del grupo G7 prototipo del nivel "Integración débil"

Si bien no se enuncian explícitamente condiciones de trabajo, en el modelado queda implícita la condición 'polea de masa despreciable'. No obstante, ante la necesidad de justificar la desigualdad entre el módulo de la fuerza neta y el del peso del cuerpo colgante, en la etapa final, el grupo G7 redefine el sistema en estudio incluyendo a la polea: "… *Esta diferencia*

surge porque no se consideran otras fuerzas externas actuantes... Dentro de las fuerzas externas a considerar podemos mencionar a la de roce con la polea y la resistencia viscosa con el aire."

Como se observa en la Figura 3, el grupo G7 tiende al registro inmediato de la velocidad en función del tiempo, derivando sólo en el cálculo gráfico de la aceleración. Asimismo, el grupo limitó la justificación a la desigualdad entre el módulo de la fuerza neta y el del peso del cuerpo colgante, hecho que evidencia un tratamiento ambiguo respecto de la desigualdad entre el módulo de la tensión y el de la fuerza neta: *"…el valor de la tensión es proporcional a la fuerza neta"*.

Si bien todos los grupos formalizaron el cálculo de la aceleración gráficamente haciendo uso de software, se limitaron a emplear dicho valor sin un cuestionamiento previo y sin desarrollar un análisis de la aceptabilidad del resultado obtenido.

Los procesos de comparación y justificación, establecidos por la mayoría, dan cuenta de los criterios que utilizaron al elaborar las conclusiones a partir de los resultados obtenidos y de los contenidos teóricos pertinentes.

En síntesis, las conclusiones que se explicitaron en forma de proposiciones aisladas denotan un análisis limitado de los resultados obtenidos como consecuencia de la ausencia de la formulación de condiciones de trabajo o de la representación incompleta del sistema en estudio.

Sin integración (17%). Uno de los rasgos que caracteriza a este nivel es la ausencia de enunciado explícito de las condiciones en las que se realizó el trabajo experimental y de los supuestos que se establecieron para modelizar la situación,

organizar la resolución y formalizar el cálculo de la aceleración en forma gráfica.

En la Figura 4 se muestra el diagrama asociado al modo de actuación del grupo G11, prototipo de este nivel de conceptualización. Se destaca que la ausencia de condiciones de trabajo limitó la definición del sistema en estudio, quedando éste conformado únicamente por los cuerpos de masas M y m. El aire no se constituyó en elemento de estudio pues la reacción del planeador (indicada como **N'** en la Figura 4) está aplicada sobre la pista y no sobre el colchón de aire. Esto se ve reflejado también en la justificación de la desigualdad entre el módulo de la fuerza neta y el del peso del cuerpo colgante: *"La pequeña diferencia entre la fuerza neta y el peso del cuerpo colgante se debe a: roce entre la pista y el planeador…"*. Asimismo, el grupo apela a justificaciones erróneas de la desigualdad entre la fuerza neta y la tensión en la cuerda: *"…el valor de la tensión de la cuerda es prácticamente igual al de la fuerza neta porque la cuerda sólo transmite la fuerza, en condiciones ideales…"*. Esto sugiere que las ideas elaboradas no han podido relacionarse, es decir no han logrado en términos de Ausubel y colaboradores (1998) una reconciliación integradora.

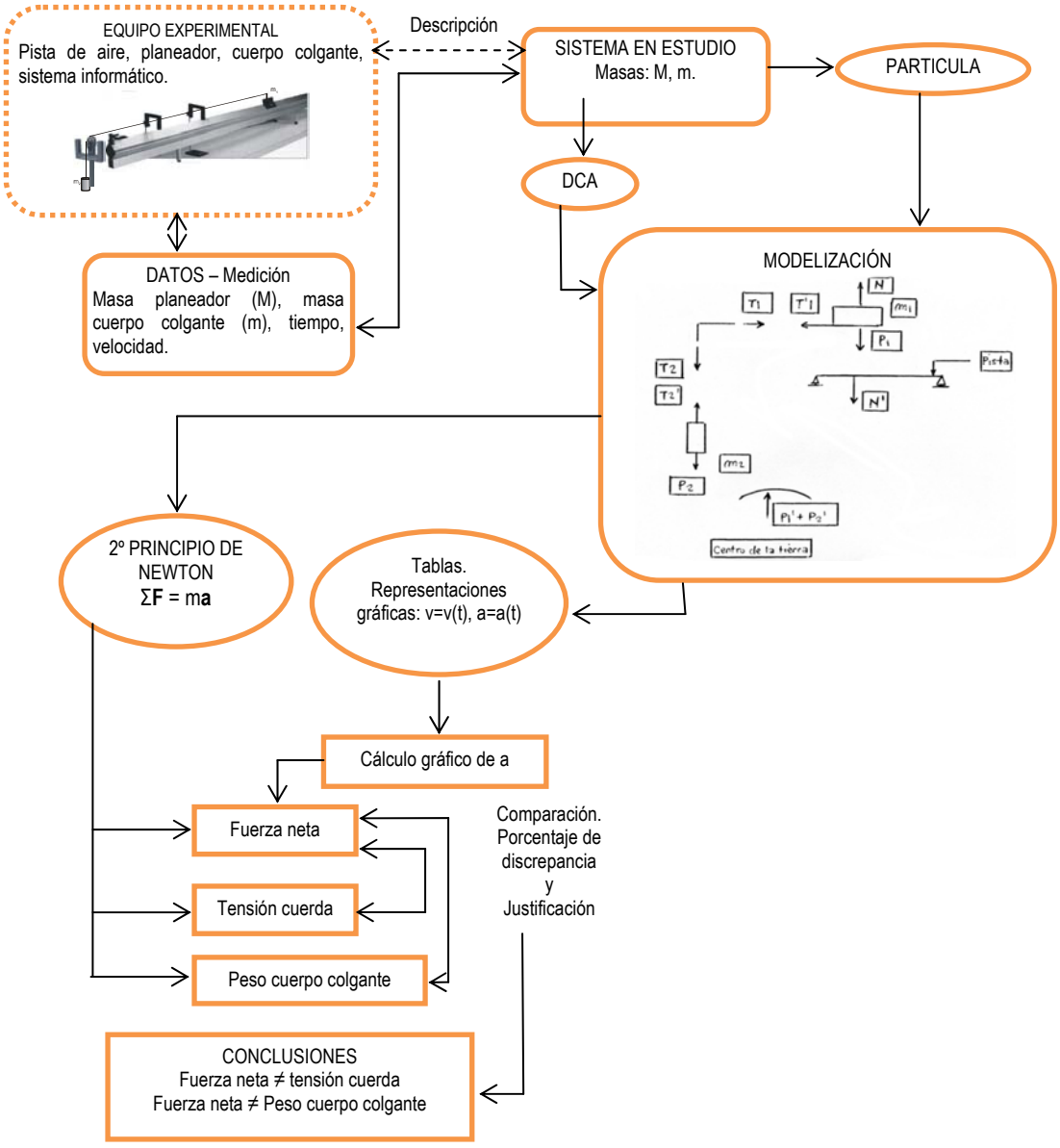


Figura 4: Diagrama del modo de actuación del grupo G11 prototipo del nivel "Sin integración"

En síntesis, se evidencia en los grupos que comparten este nivel de conceptualización que la descripción de los procedimientos estuvo ausente como en el grupo G12 o bien se realizó en forma parcial como en el grupo G11 (indicada con una línea discontinua en la Figura 4). Otro aspecto propio de estos

grupos es la elaboración de comparaciones y sus correspondientes justificaciones a través de expresiones conceptuales confusas denotando un conocimiento frágil que implica carencia de una auténtica comprensión.

Consideraciones Finales

La interrelación entre los distintos tipos de lenguajes utilizados para estudiar el movimiento del sistema: icónico, literal-algebraico, tabular y gráfico, evidenciada en la mayoría de los grupos, derivó en la reconciliación integradora de dichas formas de representación. La activación de habilidades cognitivo-lingüísticas -comparar, describir y justificar-, en particular en los grupos correspondientes al nivel de conceptualización *Integración significativa*, propició una comprensión coherente, flexible, sistemática y principalmente crítica.

Todos los grupos elaboraron comparaciones entre las magnitudes involucradas a fin de producir conclusiones. En general las acompañan con justificaciones de distintos niveles de profundidad, lo cual estaría dando cuenta de un intento por integrar el conocimiento adquirido durante el desarrollo de la experiencia.

En los grupos que alcanzaron los niveles de conceptualización *Integración débil* y *Sin integración*, el enunciado de condiciones de trabajo se constituyó en la mayor dificultad dado que, demanda la comprensión de una terminología y formalismo específico de la disciplina que permite abordar el estudio de fenómenos o conceptos físicos desde las características concretas del mismo, hasta llegar de forma progresiva a sus características más abstractas. Este proceso de interiorización a través del cual se forman las ideas en el plano

mental, demanda a los estudiantes el desarrollo de capacidades intelectuales específicas incluyendo la aptitud para comprender y utilizar el lenguaje.

La situación experimental semi-estructurada propuesta favoreció el desarrollo de habilidades cognitivas integradoras -modelar, interpretar-; analíticas -relacionar- y críticas –distinguir, elegir-. Esto les demandó a los estudiantes, en el momento de elaborar la memoria escrita, aplicar habilidades cognitivo-lingüísticas -describir, comparar y justificar- utilizando la teoría como recurso para el tratamiento de la situación real propuesta. Por lo tanto, es fundamental plantear situaciones problemáticas en el laboratorio que favorezcan este tipo de habilidades y potencien las interrelaciones entre los diferentes tipos de lenguajes -icónico, verbal, tabular, gráfico y algebraico- utilizados para describir fenómenos reales.

Bibliografía

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1998). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

Bernárdez, E. (1995). El papel del léxico en la organización textual. *Publicación de la Universidad Complutense de Madrid*.

Creus, E., Massa, M. y Cortés, A. (1998). *Mecánica*. Rosario: UNR Editora.

Jorba, J.; Gómez, L.; Prat, A. (1998). *Hablar y escribir para aprender.* Barcelona: ICE de la UAB.

Jorba, J.; Sanmartí, N. (1996). *El desarrollo de las habilidades cognitivo lingüísticas en la enseñanza científica.* Seminario Despiegament curricular. Barcelona: ICE de la UAB.

Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Laorden, C., García, E. y Sánchez, S. (2005). Integrando descripciones de habilidades cognitivas en los metadatos de los objetos de aprendizaje estandarizados. *Revista de Educación a Distancia*, IV (0IV).

Miras, M.; Solé, I. y Castells, N. (2000). Niveaux de difficulté des taches d´evaluacion de la composition y de la comprensión écrites. Ponencia presentada en el XXVIIéme SYMPOSIUM de la l´Association de Psicologie Cientifique de la Langue Francaise. Nantes, Francia.

Mayer, R. (1983). *Thinking, problem solving and cognition*. Nueva York: W. H. Freeman and Co.

Sánchez, M. (2002). La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa 4*(1).

http://redie.uabc.mx/vol4nº1/contenido-amestoy.html

Scancich, M. (2013). La integración conceptual en la resolución de problemas para un aprendizaje significativo de los principios de Newton en el nivel universitario básico. Un estudio comparativo de una situación abordada como problema de lápiz y papel y como actividad experimental. Tesis de Maestría en Docencia Universitaria. Facultad Regional Rosario, UTN. Rosario. Argentina.

Dificultades en la Conceptualización de la Corriente como Fuente del Campo Magnético

Fernández, Patricia[1]; Tabares, Ignacio[1,2]; Jardón, Alberto[1]; Farina, Juan[2]; Milicic, Beatriz[1]

1: Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

2: Instituto Politécnico Superior, Universidad Nacional de Rosario.

patricia@fceia.unr.edu.ar

Resumen

El tratamiento del magnetismo en los primeros años de la escuela secundaria es una tarea que presenta dificultades debido a la complejidad conceptual del tema, la mayor necesidad de abstracción a una edad temprana en la escolaridad y la falta de propuestas acordes al desarrollo cognitivo de los alumnos. En este trabajo se describen representaciones de estudiantes de 12-13 años luego de una alternativa didáctica diseñada con un enfoque fenomenológico y experimental, con énfasis en la discusión de las fuentes del magnetismo. A partir de las opiniones vertidas en entrevistas, se caracterizan los modelos



elaborados por los alumnos y se discuten posibles causas de la permanencia de algunas concepciones.

Palabras Clave: Magnetismo; Modelos; Enseñanza media; Concepciones.

Introducción

Los modelos vinculados al concepto campo magnético y sus fuentes, presentan un desafío para la enseñanza en los primeros años de la escuela secundaria dado su alto grado de abstracción y falta de cotidianeidad, sin embargo, los fenómenos magnéticos están presentes en nuestras vidas más de lo que muchos suponen.

La Tierra y los imanes son las fuentes por excelencia del campo magnético, pero ¿qué tienen en común? ¿por qué ambos ejercen fuerzas sobre una brújula? ¿hay algún otro elemento o circunstancia en que pueda afectarse la aguja de una brújula? Dar respuesta a estas cuestiones no es fácil, sobre todo si se pretende trabajar con alumnos en el inicio de la escuela secundaria.

Desde 1998 el TIDCyT[1] trabaja en el diseño de propuestas didácticas basadas en la discusión de modelos de estructura de la materia, convencidos que la presentación temprana de estas cuestiones durante la escolaridad, colabora en la interpretación de fenómenos macroscópicos más complejos (Jardón y Farina, 2006, Utges y Jardón, 2002).

[1] TIDCyT Taller de Investigación en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

Una de las unidades diseñadas en este marco consistió en la presentación y fundamentación de fenómenos magnéticos, desde un punto de vista fenomenológico y procedimental. Así, se asocian las fuentes del magnetismo con las cargas eléctricas en movimiento a nivel macroscópico (las corrientes) y microscópico (modelo de estructura de la materia), lo cual permite interpretar el comportamiento de los materiales y evita asociar el campo magnético sólo a los imanes (Fernández et al., 2012).

Las ideas marco que guiaron el diseño fueron las siguientes:

- las corrientes generan campo magnético
- las corrientes pueden magnetizar materiales
- un imán, en ciertas condiciones, puede producir una corriente

La propuesta consistió en 12 actividades organizadas en 4 encuentros de 80 minutos, que incluyeron la implementación de experiencias de bajo costo, la construcción de dispositivos sencillos (motores, electroimanes, generadores) y actividades de síntesis. La secuencia diseñada permite discutir modelos explicativos del funcionamiento de la brújula, la magnetización permanente de un imán, la magnetización de una aguja, los motores eléctricos, la generación de energía eléctrica. Se propone al finalizar, una actividad de cierre en la que se pretende articular las características distintivas de los campos eléctricos y magnéticos. En el diseño se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la investigación didáctica publicadas por diversos autores en revistas del área (Guisasola 2003a, Borges,1998) y se puso especial énfasis en la idea de cargas en movimiento como generadoras de campo. La evaluación de la propuesta se realizó aplicando los criterios de idoneidad didáctica

desarrollados por Godino et al. (2006) y validados para el ámbito de la física por Fernández et al. (2008). La descripción de la propuesta, el cronograma previsto y las actividades a desarrollar en cada clase fueron publicados en las memorias de REF XVII (Tabares et al., 2011).

Esta alternativa didáctica fue implementada en dos niveles educativos. En una primera instancia se trabajó en el nivel de profesores en el marco de un taller para docentes (REF XVII, Villa Giardino, Córdoba, 2011), en el que además se discutieron aspectos didácticos y cognitivos. En una segunda instancia, se puso en marcha en el primer año del nivel secundario (12-13 años) del Instituto Politécnico Superior Gral. San Martín (UNR).

En este último caso, si bien la evaluación de los alumnos arrojó buenos resultados en cuanto a los objetivos institucionales esperados, entrevistas realizadas luego de transcurrido un semestre, detectaron la permanencia de concepciones que conviven, a veces en forma forzada, con nuevas estructuras conceptuales.

En este trabajo se describen estas concepciones, se analizan algunos los factores que influyen en la persistencia de las mismas, se establecen relaciones con resultados de investigaciones publicadas por otros autores (Colombo, 1990; Guisasola, 2003b, Meneses 1995) y se proponen mejoras a la alternativa didáctica inicial.

Marco Teórico

Se adopta como marco teórico referencial la teoría de aprendizaje en ciencias a partir de la construcción de modelos. Se insiste además en la noción del modelo como una aproximación a la realidad, incompleto y en continua evolución. Entendemos por modelo a una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico (Gilbert et al., 2000), una representación parcial que al mismo tiempo «abstrae de» y «traduce de otra forma» la naturaleza de esa entidad superando aspectos visuales.

La construcción de modelos es un aspecto fundamental del proceso construcción de la ciencia. Los modelos permiten establecer un tejido de conceptos y proposiciones interrelacionadas que describen explican y prevén fenómenos. (del Re, 2000). Si esto es válido en el desarrollo científico, lo es más en la enseñanza de las ciencias ya que la capacidad de comprender una teoría científica está determinada por la capacidad del alumno para construir modelos que incluyan las relaciones fundamentales de la teoría y de los cuales sea posible extraer explicaciones y predicciones que acuerden con las concepciones científicamente compartidas. (Justi, 2006).

Naturalmente el aprendizaje de los modelos deberá ser dinámico tal como lo es su diseño en la ciencia. El rol del profesor será acompañar a los alumnos en su construcción y favorecer la confrontación de diferentes modelos científicos escolares que puedan proponerse, esto evitará un aprendizaje sobre modelos estático y algorítmico. El trabajo grupal permite que dicha elaboración se construya mediante la colaboración conjunta de los alumnos, mediante las herramientas disponibles, tomando el profesor como mediador, y propiciar un espacio de

trabajo similar a la comunidad científica en cuanto a la elaboración de modelos científicos.

Los modelos explicativos se construyen a partir de la experimentación con el sistema real de modo de elaborar una representación abstracta de las propiedades de los entes que lo componen y de las relaciones entre éstos en el sistema real. Generalmente un modelo refleja algunas de las relaciones del fenómeno, quedando otras características importantes sin ser representadas. Eso hace necesario que se recurra a diversos modelos sobre el mismo fenómeno para abarcar el conjunto de sus relaciones y características importantes. La consecuencia de esta visión es que todo modelo escolar es provisorio y perfectible, y que ningún modelo científico posee la verdad absoluta y definitiva. (Aduriz Bravo, 2011)

Por otro lado, no podemos desconocer la existencia de modelos explicativos previos construidos a través de experiencias personales, y que permiten explicar fenómenos cotidianos aunque no acuerden con los modelos y concepciones científicamente aceptados. Asimismo, ya hace tiempo que numerosas investigaciones han mostrado la resistencia de estas concepciones intuitivas a la instrucción tradicional, fundamentalmente en el campo de la mecánica (Piaget 1973, Viennot 1979, Clement 1982, Solís Vila 1984). Posner ya en 1982, analizó algunas sólidas razones para esa persistencia: primordialmente porque estos esquemas intuitivos constituyen estructuras comprensibles y coherentes que sólo serán sustituidas por otras estructuras igualmente comprensibles y coherentes que den respuesta a problemas que la estructura anterior no resolvía. En este contexto, la propuesta diseñada trabajó sobre aquellos aspectos que permitían poner en conflicto concepciones ingenuas sobre magnetismo que otros autores han

señalado con anterioridad, y construir un nuevo modelo explicativo, más abarcativo y superador.

Metodología

Luego de un semestre de la implementación de la propuesta didáctica se realizaron entrevistas a 13 alumnos que fueron registradas mediante un grabador de audio y luego transcriptas. Para las entrevistas se confeccionó un protocolo guía que consistió en una serie de preguntas abiertas y varias actividades en las que se presentaban fenómenos magnéticos que los alumnos debían justificar. En algunos casos, los alumnos trabajaron en equipo de dos y se registró la discusión entre ellos. El protocolo guía se muestra en la figura 1.

Las transcripciones de las entrevistas se analizaron numerando las líneas de diálogo y asignando a los párrafos de interés códigos que caracterizan los modos de pensamiento del alumno. Los códigos surgieron de la lectura reiterada y fueron consensuados por tres de los investigadores participantes. Para el análisis de los resultados, se agruparon los enunciados caracterizados por un mismo código y se interpretaron las respuestas estableciéndose similitudes y diferencias con investigaciones publicadas. El análisis permitió poner en evidencia posibles causas de la permanencia de ciertas concepciones y nudos de dificultad no tenidos en cuenta por otros autores.

Entrevistas

Los alumnos experimentan con material similar al que trabajaron en clase: brújulas, limaduras de hierro, imanes, clavos, trozos de distintos materiales, pilas y baterías, bobinas, cables, etc. Luego de cierto tiempo, y con el objetivo de recabar explicaciones, el docente realiza preguntas en base a un cuestionario abierto, con libertad de profundizar diferentes aspectos que pudieran surgir del discurso de los alumnos

Las preguntas que siguen son a modo de ejemplo

¿cómo funciona la brújula?

¿qué otro elemento se comporta en forma parecida?

¿qué relación hay entre la brújula, un imán y la Tierra?

¿qué son los imanes?

¿cómo te imaginás los polos de un imán?

¿qué diferencia hay entre un imán y una varilla cargada por frotamiento?

¿puede una varilla atraer la aguja de una brújula?

(moviendo una brújula alrededor de una bobina circulada por corriente) ¿por qué se altera la aguja de la brújula? ¿hay campo magnético alrededor de una bobina?, (si la respuesta es afirmativa) ¿hay polos magnéticos en una bobina?

¿cómo se puede fabricar un imán?

(experimentan con un clavo dentro de un arrollamiento circulado por corriente), ¿por qué se necesita una corriente para fabricar un imán?

¿hay alguna otra forma de fabricar un imán?

¿qué pasa dentro del material cuando se magnetiza?

¿qué materiales pueden magnetizarse?

Figura 1: Protocolo guía para las entrevistas

El cuestionario no constituía un instrumento de evaluación sino una forma de indagar las ideas internalizadas sobre el tema, de ahí que no haya, necesariamente, una respuesta correcta y que algunas preguntas no tengan una clara significación en el contexto de la ciencia.

Resultados

Del análisis de las entrevistas surgieron 5 categorías. A continuación se transcriben respuestas típicas de cada categoría. Se indica con la letra P las intervenciones del profesor y con la inicial del alumno las afirmaciones del entrevistado. Los números entre corchetes identifican la entrevista y el número de línea de la afirmación.

Los polos magnéticos se deben a la acumulación de cargas

- P: ¿Podrías decirnos qué relación hay entre esas cosas, nombraste un alambre enrollado, un imán, la Tierra..?

  C: …que todos tienen dos polos. Que uno es Norte y otro es Sur con distintas cargas, positiva y negativa. Eso nomás. [IV-23-29]

- P:…¿Tenés idea de qué le pasa a este material para que se comporte de esa manera tan particular? (refiriéndose al imán)

  N: Y, las cargas positivas se van a un lado, de este lado, y las negativas del otro…[…]…O sea las cargas positivas se encuentran del lado…del polo

positivo del imán…y las negativas del lado negativo [V-161-167]

- P: ¿Por qué? decís que se están moviendo. ¿qué es lo que te imaginás que se mueve?

  R: Ehh … en realidad cuando vos lo acercás (un imán) a la brújula se mueven todas para este lado (las cargas), quedan ahí pegadas a la punta, porque se atraen con esto. [VII-251-253]

- P: ¿Cómo es eso de polarizado?

  S y F: Todas las positivas apuntan para un lado y las negativas apuntan para el otro …[…]…En este punto está rojo una mitad y verde en la otra mitad. En el rojo estarían las positivas y en el verde estarían las negativas [VIII-67-73]

- P:… (observando un electroimán) ¿Qué le pasó al clavo?

  U: Se atrajo por……Y, al tener…más concentración de electrones…….no, menos concentración.....Si tiene menos concentración, haría que se atraiga, y si tiene mayor, tendría que hacer que se repele….. …[X-257-259]

La imantación se debe a la transferencia de cargas y/o polarización

- P: Supongamos que yo froto una varilla de vidrio con una piel

  M: Los electrones libres que estaban en la piel pasaban al vidrio...

- P: Se cargaban. Bueno supongamos que la acerco a una brújula eso... ¿se altera la brújula o no?

  M: Si. Me parece que sí, que se alteraba. O sea cuando pasaba la regla con una tela quedaban los papelitos pegados, y creo que en la brújula lo mismo. [III-164-170]

- P:….¿Viste que frotaban?… una varilla de plástico, de vidrio, en electrostática, ¿Ahí también tenías cargas eléctricas en una punta?

  N: Sí, ajá.

P: Y si acercás esa varilla a una brújula ¿se moverá la brújula?

N: ….Sí, se mueve… porque hace… se hace… magnético… que tiene la fuerza estática… entonces atrae [V-173-183]

- P: ¿Cuándo vos decís va de un polo negativo a un polo positivo qué quisiste decir ..?

  C :… el polo negativo es concentración de electrones y el polo positivo es ausencia de electrones [IV-171]

  Los imanes son de material conductor (los imanes son metálicos)

- P: ¿la brújula es un imán?

  J: es un trozo de metal imantado

P: ¿y cómo se hacen los imanes? … ¿de qué son?

J: de un material conductor

P: cuando vos decís conductor es ¿conductor de la electricidad?

J: o sea, no podrías hacer un imán de madera [IX-211-221]

- P: ¿y cómo se hacen los imanes? … ¿de qué son?

J: de un material conductor…[…]… tienen que tener propiedades electromagnéticas

L: electrónicas …

P: ¿por qué?

J: porque al tener los electrones libres no hay fuerza de atracción fuerte con cada uno de los núcleos de los átomos que forman el material y pueden moverse libremente … [IX-215-231]

Las corrientes movilizan cargas dentro de los imanes o las transfieren a los mismos desde un circuito u otro material ya magnetizado

- P: ¿ qué son los imanes…?

U:…un metal con…cargas… no sé, cómo decir… Por medio de una corriente o algo se… cambia su… concentración de, de electrones, no sé… O sea, se acumulan de un lado electrones y del otro no… por medio de la electricidad creo que se imantaba. [X-217-221]

- P: ¿Por qué queda algo magnetizado cuando le sacamos el arrollamiento, el imán y el clavo siguen teniendo un campo magnético?

SyF: Supongo será porque el imán tiene una parte con cargas positivas de un lado y negativas la otra parte cuando tocás el tornillo estás transmitiendo cargas al tornillo. [VIII-103-105]

- P: Y con los clavos ¿qué estuvieron haciendo?

U: Con… los clavos… […]… se hace un… campo menos como claro en este caso creo… O sea, se… carga, con carga negativa o positiva, no sé con cuál, y hace que atraiga a la brújula… Cuando está con… cuando tiene un… una corriente eléctrica, que pasa por una corriente… se… electromagne… tiza… sería [X-123-125]

Localización y materialización de las fuentes del magnetismo (el magnetismo de un imán)

- *L: está polarizado… una polarización de cargas positivas de un lado y* negativas *del otro …*

P: o sea que, por ejemplo, si yo agarro éste, que tiene las cargas positivas de un lado y negativas del otro … yo a esto lo puedo romper y me quedo con las positivas acá y las negativas acá …?

J: cuando se rompe un imán, ambas partes vuelven a quedar con cargas positivas y negativas

P: esto está pintado de rojo y esto está pintado de verde … ¿para qué?

J: para identificar el movimiento … de este lado, es un decir, "salen" las cargas y de este lado entran …

P: ¿ dónde sale carga y dónde entra carga?

J: salen del polo norte y entran al polo sur [IX-129-141]

- P: … ¿dónde estarían las cargas en el imán? dijiste ¿en los polos?

R: Sí, …

P: .. y en *la* bobina ¿dónde estarían las cargas?

R: en la corriente eléctrica [VI-31-238]….

- P: ¿Dónde está el polo positivo y el polo negativo en el enrollado?

  SyF: depende como conectés la carga [VIII-147]

Discusión de los Resultados

El análisis en profundidad de las entrevistas sugiere la siguiente secuencia de pensamiento:

- los polos magnéticos se deben a la acumulación de cargas (positivas en el polo norte y negativas en el polo sur)
- para crear los polos del imán es necesario que las cargas en su interior se movilicen hacia los extremos, o bien que haya transferencia de cargas desde el exterior (un circuito u otro imán)
- para lograr esta separación de cargas, el material debe ser conductor (los imanes son metálicos)
- las corrientes contribuyen a generar campo magnético porque:
- son necesarias para movilizar las cargas eléctricas hacia los extremos de los imanes
- son las que transmiten carga a algún otro material para crear los imanes.

Las afirmaciones de los alumnos permiten asumir que para ellos los polos magnéticos se deben a la acumulación de cargas positivas en el polo norte y negativas en el polo sur. No puede entenderse un campo magnético sin polos y a la vez se fuerza una asociación del magnetismo a los fenómenos

eléctricos, así, una varilla cargada eléctricamente por frotamiento es capaz de alterar la aguja de una brújula. Estos resultados están en concordancia con lo expresado en trabajos anteriores de Meneses y Caballero (1995), Pais de Souza (1997), Borges y Gilbert (1998) y Guisasola et al. (2003b).

Un aspecto no considerado por estos autores es rol que los alumnos asignan a las corrientes. Los alumnos entienden que si el magnetismo se debe a la separación de cargas en los polos, las corrientes no constituyen fuentes del campo magnético en sí mismas pues no pueden identificar polos como en el caso de los imanes. Sin embargo las consideran indispensables para crear un imán pues, en algún momento, las cargas deben movilizarse hacia los polos, o bien transferirse a los mismos desde un circuito u otro material ya magnetizado. Así, justifican que el material de los imanes debe ser conductor (los imanes son metálicos). La experiencia del electroimán construido haciendo pasar corriente por un arrollamiento alrededor de un clavo confirma esta concepción: para los alumnos, el cable transmite carga al clavo y éste permanece imantado luego de cortar la corriente. Aparece implícitamente una concepción de conservación de la carga: "la batería proporciona carga (identificación carga-energía), el clavo se carga, la carga se va a los extremos y esta separación (polarización = magnetización) genera los polos de un imán".

Asimismo, la reducción de la fuente del magnetismo a los polos y del rol de las corrientes al transporte de cargas a los extremos de un imán, parecen indicar la necesidad de materializar la fuente del magnetismo. Así como la masa es la fuente del campo gravitatorio y la carga eléctrica es la fuente del campo eléctrico, ante la ausencia de la definición de una carga magnética, se asocian las fuentes del campo magnético a las cargas eléctricas que polarizan el material y el movimiento de

cargas resulta ser algo necesario pero transitorio. Un modelo en que las corrientes son las fuentes del campo es incompatible con esta concepción ya que no puede identificarse a los polos con posiciones definidas en el espacio. Este es un aspecto que no ha sido indagado en profundidad y que será objeto de nuestras futuras investigaciones.

Consideraciones Finales

La alternativa didáctica puesta en marcha tenía fuerte énfasis en mostrar las corrientes como fuentes del magnetismo. Sin embargo, a pesar de que los alumnos visualizan una fuerte relación entre los fenómenos magnéticos y las cargas en movimiento, persisten concepciones fuertemente vinculadas a los fenómenos eléctricos.

La concepción de polos como cargas localizadas en los extremos de un imán, sumada a la necesidad de materialización y localización de las fuentes del campo magnético, es difícil de superar por un modelo en que las corrientes son las verdaderas fuentes de los campos.

Si bien algunos alumnos logran internalizar estos conceptos, muchos persisten en la idea de reducir el rol de las corrientes a meras transportadoras de cargas a los extremos de los imanes o como proveedoras de energía para que esto suceda.

Los resultados obtenidos, sugieren aspectos adicionales a tener en cuenta que están siendo incorporados en un nuevo diseño.

Referencias

Adúriz Bravo, A. (2011) Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. En Galagovsky, L. *Didáctica de las ciencias naturales: el caso de los modelos científicos.* Lugar Editorial: Buenos Aires.

Borges, A.T. y Gilbert, J.K. (1998). Models of Magnetism. *International Journal of Science Education,* 20(3), pp. 361-378.

Clement, J. (1982). Student preconceptions in introductory mechanics, *Am.* J. *Phys.* 50 (l), pp. 66-71.

Colombo de Cudmani, L. y Fontdevila, P.A. (1990) Concepciones previas en el aprendizaje significativo del electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), 215-222.

del Re, G. (2000). Models and analogies in science. *HYLE,* 6, pp. 3-12., pp. 3-12.

Fernández, P., Tabares, I.; Farina, J.; Jardón, A.; Milicic, B. (2012) El concepto de campo magnético en el primer año del nivel secundario. En *Retos y perspectivas en enseñanza de las ciencias*. Educación Editora: Ourense, España.

Fernández, P.; Jardon, A.; Milicic, B. y Utges, G. (2008), La idoneidad didáctica del enfoque ontosemiótico en la enseñanza de la Física, *Memorias Noveno Simposio de Investigadores en enseñanza de la Física (IX SIEF)*, Rosario 21 al 31 de Octubre de 2008

Gilbert, J. K.; Boulter, C. J. y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education, en Gilbert, J.K. y Boulter, C.J. (Eds) *Developing Models in Science Education,* pp.3-17, Doordrecht:Kluwer

Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma,* XXVII (2), 221–252.

Guisasola, J., Almudí, J.M. y Zubimendi, J.L. (2003a). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), 79-94.

Guisasola, J., Almudí, J.M. y Ceberio, M. (2003b). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 281-293.

Jardon, A y Farina, J. (2006). Una propuesta de enseñanza de la Termodinámica desde el punto microscópico y análisis de su potencialidad didáctica y de posibles conflictos semióticos. *IX Jornadas de Enseñanza Media Universitaria*, Rosario.

Justi, R. (2006) La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp 173-184.

Meneses Villagrá, J.A. y Caballero Sahelices, M.C. (1995). Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (l), 36-45.

Pais de Sousa, M.G. (1997). *Forças e campos magnéticos* Tesis doctoral. Universidad de Aveiro.

Piaget, J. (1973). *Psicología de la inteligencia.* Psique: Bs.As.

Posner, G. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, New York, v. 66, p. 211-227.

Solís Vila, R. (1984). Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias,* Vol. 2(2), pp. 83-89

Tabares, I.; Farina, J.; Jardon, A.; Fernández, P.; Milicic, B. (2011) Interacción entre campos magnéticos y corrientes eléctricas. una propuesta para los primeros años del secundario. *Memorias XVII Reunión Nacional de Educación en la Física,* Villa. Giardino, Cba. Argentina.

Utges, G. y Jardon, A. (2002) La enseñanza y aprendizaje de conceptos complejos. en busca de referentes teóricos para comprender las dificultades de los estudiantes en la comprensión del concepto de onda., *Memorias de Sexto Simposio de Investigadores en enseñanza de la Física (VI SIEF)*, Corrientes.

Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics, *Eur.* J. *Sci. Educ.,* pp. 205-221.

Dificultades Identificadas al Emplear la Habilidad Cognitiva "Analizar"

Paez, Sonia[1]; Roldan, Mónica[2]; Speltini, Cristina[1]

1: Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional.

2: Escuela de Educación Media Nº 20. Quilmes.

spaez@fra.utn.edu.ar

Resumen

Aprender Física no solo consiste en adquirir sus nociones y métodos, sino en manejar los modos de leer y escribir propios de esta Ciencia. Con este fin, analizar, comparar, clasificar, sintetizar, inferir, interpretar, deducir, identificar, entre otras, son habilidades cognitivas básicas que nuestros estudiantes desarrollan durante el proceso de enseñanza y de aprendizaje. El objetivo de este trabajo, es un análisis exploratorio cualitativo de la habilidad cognitiva "analizar". El estudio se desarrolla en cursos de Física de 4to año del nivel medio de escuelas públicas del conurbano bonaerense. Para ello se han propuesto tres actividades sobre el tema de energía, dónde se indagan si se encuentran presentes las etapas que

conforman el proceso de análisis: transformación, deconstrucción, regresión y síntesis. Se estudia cuáles se llevan a cabo y cuáles son las posibles causas de aquellas etapas ausentes. Algunos resultados preliminares indican que la habilidad cognitiva "analizar" no se encuentra enteramente desarrollada en la población estudiada, ya que no todas las etapas que constituyen el proceso de análisis son empleadas por los estudiantes al realizar las actividades propuestas.

Palabras Clave: Habilidades cognitivas; Analizar; Nivel medio; Energía.

Introduccion

El desarrollo de las habilidades cognitivas es de importancia para el desempeño en los diferentes ámbitos de la vida. Si bien los procesos de enseñanza y de aprendizaje tienen como objetivo principal esta meta, no son infundadas las dudas con respecto al logro de las mismas. En los primero pasos por la escuela, el estudiante debe enfrentar actividades donde aparecen verbos tales como interpretar, analizar, describir y explicar. En esta investigación nos proponemos averiguar, en qué condiciones se encuentran los estudiantes de nivel medio al analizar un texto relacionado con un tema fundamental para la física como es la energía. Para ello se utilizó un texto sencillo con lenguaje coloquial y con un mínimo empleo de expresiones propias de la ciencia, evitando de este modo que el desconocimiento específico sobre el tema sea un impedimento para el análisis.

Marco Teórico

Según Vygotsky (1997) las funciones mentales superiores del individuo se originan en los procesos sociales, esencialmente en los comunicativos resultando la acción humana, tanto en el plano individual como en el social, mediada por herramientas y signos.

Es sabido que la ciencia tiene su lenguaje específico tanto oral como escrito, también posee símbolos, ecuaciones, imágenes y gráficos, que le son propios. Pero independientemente del lenguaje utilizado, para comprender la ciencia es necesario haber adquirido ciertas habilidades cognitivas. Estos son procesos básicos y variados por medio de los cuales se manipula la información partiendo del conocimiento adquirido.

Las habilidades cognitivas son operaciones del pensamiento mediante las cuales el estudiante puede apropiarse de los contenidos y del proceso que utilizó para ello. El conocimiento de este proceso constituye una estrategia metacognitiva que no forma parte del presente estudio.

El lenguaje de un adulto posee significado objetivo y esto implica el desarrollo del pensamiento, motivo por el cual acordamos con Vygotsky (op. cit.) que existe una estrecha relación entre el pensamiento lógico y el lenguaje oral. De los estudios realizados por Vygotsky (op. cit) sobre el pensamiento y el lenguaje se ha llegado a la conclusión que la relación entre ambos es cambiante y no progresan en forma simultánea (Vygotsky, op. cit).

Según Jorba (1996) existe una amplia gama de actividades cognitivas que activan las habilidades cognitivo-lingüísticas entre ellas se encuentran: analizar, comparar,

clasificar, valorar, sintetizar, operar, inferir interpretar, transferir, deducir, identificar, entre otras.

La comprensión del texto a través de la lectura requiere de habilidades cognitivas lingüísticas y estas a su vez necesitan que se hayan desarrollado habilidades cognitivas básicas. El análisis de las mismas resulta dificultoso dado que a diferencia de las habilidades cognitivas lingüísticas, las básicas son intrapsicológicas, mientras que las segundas se hallan en el campo interpsicológico (Paez et al, 2012).

Teniendo en cuenta que los objetivos del ámbito de la ciencia son explicar y predecir, es necesario que además del desarrollo de las habilidades cognitivas, se tenga conocimiento de dicho ámbito, esto significa conocer los conceptos utilizados, las relaciones entre ellos y los métodos para abordarlos (Reif y Larkin, 1994).

Este trabajo se centrará en la habilidad cognitiva de "analizar". Para ello acordamos con Beaney (2009) que analizar es el proceso mediante el cual se descompone un todo en sus componentes más simples, con el fin de definir ese todo, clasificarlo y comprender cuáles son sus principios de funcionamiento. Pero en el proceso de analizar no basta con descomponerlo e identificar sus partes sino que además se debe encontrar cómo se relacionan esas partes entre sí, o sea se deben encontrar las estructuras lógicas de ese todo para comprender como funciona.

Según Beaney (op.cit) existen tres tipos de formas de analizar: el análisis por descomposición o deconstrucción, el análisis por regresión y el análisis por transformación o interpretación.

El análisis por deconstrucción es el proceso por el cual se descompone un todo en sus componentes más pequeños con

el fin de definir ese todo y comprender cuál es su funcionamiento. El análisis por regresión, como la palabra lo sugiere es el análisis por el cual se vuelve hacia atrás para llegar a las causas que originan el problema. Y por último el análisis de transformación es el proceso en el cual es necesario utilizar un lenguaje que permita llevar a cabo los dos procesos anteriores, descomposición y regresión, para identificar las partes que componen el todo a analizar.

Los tres tipos de análisis son complementarios, están emparentados entre sí y se aplican y utilizan en forma simultánea. El análisis por transformación es indispensable para poder llevar a cabo cualquiera de los dos mencionados anteriormente, el mismo requiere del conocimiento del significado de los términos involucrados. Familiarizados con el tema a analizar, luego se podrá hacer la deconstrucción segmentando el todo en sus partes y posteriormente con un análisis por regresión se encontrarán los conectores lógicos que explicarán el funcionamiento del texto.

Todos estos procesos permiten el análisis, que como hemos descripto consiste en deshacer el todo en sus partes, pero luego es necesario reconstruir el todo para que el análisis sea completo, y en este segundo momento prima la interpretación del análisis realizado.

Esto nos conduce a la interrelación entre análisis e interpretación, no podemos evaluar qué análisis se realizó sino a través de la interpretación y este proceso es el de síntesis.

Metodología

El presente trabajo es un análisis exploratorio y cualitativo de la habilidad cognitiva "analizar" en alumnos de nivel medio, de tres escuelas públicas del conurbano bonaerense, conformando un total de 159 estudiantes de 4to año.

Los registros utilizados están constituidos por tres actividades. La primera es la lectura de un texto provisto por el docente, sobre la energía; la segunda consistía en realizar una lista de aquellas palabras del texto cuyo significado desconocían y en la tercera actividad debían responder verdadero o falso a una serie de ocho afirmaciones, luego de realizada la lectura del texto al que hacen referencia las mismas. Para la realización de las actividades, los estudiantes tenían a su disposición el texto y el tiempo fue acotado a 20 minutos.

Estas actividades fueron diseñadas especialmente para poner en juego la habilidad de analizar. El texto utilizado fue extraído y adaptado de la publicación de la editorial Aique, Física-Química de Cerdeira et al. (2000) La lectura y las proposiciones se presentan en el Anexo.

Los registros fueron analizados buscando categorías emergentes, que se detallan en el próximo apartado. Una vez halladas las categorías se triangularon los resultados del proceso de categorización por acuerdo consensuado de las investigadoras.

Como resultado de las mismas surgen dos dimensiones, cada una de las cuales a su vez si dividió en cuatros categorías, mediante las cuales se estudian las diferentes etapas del proceso que es necesario realizar al utilizar la habilidad cognitiva "analizar".

Dimensiones y Categorizacion de Registros

Las actividades fueron diseñadas con la intención de determinar si los estudiantes podían activar la habilidad cognitiva de "analizar" aplicada, en este caso particular, a la lectura de un texto de física sobre energía. Para valorar esta habilidad se plantearon dos dimensiones, una significativa/semántica y la otra lógica/sintáctica.

La dimensión significativa/semántica hace referencia al significado de cada término realizándose en la misma el análisis por transformación. Esta dimensión permite determinar si el conocimiento de la semántica de los vocablos utilizados resulta un impedimento para realizar el análisis del texto. El estudio de esta dimensión se realiza a través de la segunda actividad.

En la dimensión lógica/sintáctica está encuadrado el análisis lógico del texto, que se lleva a cabo mediante las proposiciones de la tercera actividad, correspondiendo al análisis por regresión.

Para un estudio más detallado cada una de estas dimensiones a su vez han sido divididas en categorías.

La dimensión significativa/semántica, es muy amplia dado que el texto cuenta con numerosas palabras de diferente índole, en su mayoría de uso cotidiano, pero otras son específicas de la ciencia. Basados en este criterio hemos dividido a esta dimensión en cuatro categorías, según los términos que resultaron desconocidos para los estudiantes.

En la tabla 1 se detallan las cuatro categorías que conforman el análisis de esta dimensión.

Categorías	Descripción
2A	Sólo términos científicos
2B	Sólo términos cotidianos
2C	Términos científicos y cotidianos
2D	Ninguno

Tabla 1. Categorías de términos desconocidos correspondientes a la actividad 2

En las categorías 2A, 2B y 2C se consideran los términos que los estudiantes desconocen según estos correspondan a los utilizados en ciencia, o los utilizados en la vida cotidiana o a ambos ámbitos. En la categoría 2D se consignan los estudiantes que declaran conocer el significado de todos los términos empleados en el texto.

Para la dimensión lógica/sintáctica se propone como actividad una serie de afirmaciones que se encuentran encuadradas en cuatro categorías: proposiciones simples, proposiciones que poseen la conjunción "y", proposiciones que tienen una doble negación y proposiciones conjuntivas alternativas que utilizan el conector "pero".

En la tabla 2 se describen las categorías, con las proposiciones en las cuales se analizan cada una de ellas.

Categorías	Descripción	Proposiciones
3ª	Proposiciones simples	1-7-8
3B	Proposiciones con la conjunción "y"	2-4
3C	Proposiciones con la doble negación	3
3D	Proposiciones conjuntivas alternativas	5-6

Tabla 2. Categorías de la actividad 3

Estudios de los Resultados

Las palabras cuya semántica resultó desconocida para los estudiantes fueron de diversas categorías, ninguna de ellas fue desconocida para la totalidad de los estudiantes, pero solo 29 de ellos conocían el significado de todas las palabras empleadas en el texto.

De los resultados emergentes se consideraron como términos científicos, comprendidos en la categoría 2A, Joule y caloría y como términos cotidianos, de la categoría 2B, los vocablos: refutar, intelectuales, intuitivos, arraigados, inflación, gasoducto, inmutable, provisional, difiere, insignificante, considerable, y contradicho. La categoría 2C considera las situaciones donde se encuentran términos de las dos categorías anteriores.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para cada una de las categorías enunciadas dentro de la dimensión significativa/semántica.

		Cantidad de estudiantes	%
Categoría 2A	Sólo términos científicos	13	8
Categoría 2B	Sólo términos cotidianos	16	10
Categoría 2C	Términos científicos y cotidianos	101	64
Categoría 2D	Ninguno	29	18

Tabla 3. Resultados para cada categoría de la actividad 2

En estos resultados debemos tener en cuenta que la categoría de palabras cotidianas involucra doce palabras, si bien no todas tienen el mismo peso en el valor final obtenido, los términos de uso específico de las ciencias para esta investigación son sólo dos.

Términos del ámbito de la ciencia	Cantidad de estudiantes que desconoce este término		Cant. de estudiantes que desconoce sólo este término
Joule	97	61%	13
Caloría	2	1%	0

Tabla 4. Resultados para los términos científicos de la actividad 2

Basándonos en esta apreciación podemos inferir que las palabras que se utilizan en el lenguaje específico de la ciencia, son las que resultan desconocidas para la mayor cantidad de estudiantes, dado que en el término joule, se encuentra el valor más alto de estudiantes que la desconocen. Pero no podemos

dejar de considerar que el 64% de los estudiantes desconocen términos que corresponden a ambos ámbitos.

Proposición	V	%	F	%	F/V	%	V/F	%	NC	%
1	42	26	**114**	**72**	--	--	--	--	3	2
2	**149**	**94**	8	5	--	--	--	--	2	1
3	13	8	**136**	**86**	4	2,5	4	2,5	2	1
4	102	64	**47**	**30**	6	4	1		3	2
5	**95**	**60**	55	34	3	2	--	--	6	4
6	23	14	**128**	**81**	2	1	1	1	5	3
7	96	60	**55**	**35**	--	--	--	--	8	5
8	**88**	**55**	55	35	--	--	--	--	16	10

Tabla 5. Resultados para cada proposición de la actividad 3

En las tablas 4 y 5 se muestran en forma detallada los resultados para esta dimensión.

La tabla 5 muestra los resultados para cada una de las proposiciones enunciadas en la actividad 3, remarcando en negrita la opción correcta en cada caso.

Las opciones a las que hace referencia la tabla 5 son: V para las respuestas verdaderas; F para las falsas; F/V para aquellas que fueron desdobladas, por los estudiantes, en dos, respondiendo falsa a la proposición que antecede al conector lógico y verdadera a la que precede; V/F a la situación inversa a la anterior y NC aquellas que no obtuvieron respuesta.

Según las categorías que hemos fijado para esta dimensión los resultados fueron:

Categorías	Proposiciones	Total respuestas correctas	%
3A	1-7-8	257	53
3B	2-4	196	62
3C	3	136	86
3D	5-6	223	70

Tabla 6. Resultados para cada categoría de la actividad 3

Si bien son muchas las palabras de uso cotidiano que los estudiantes desconocen su significado, según muestran los resultados de la actividad 2, esto no representó impedimento para la elaboración de las respuestas a las proposiciones, ya que al observar los resultados de esta actividad los porcentajes de respuestas correctas superan en todos los casos el 50%.

En la categoría 3B la dificultad se presentó con el conector "y" que, en muchos casos, llevó a los estudiantes a desdoblar la proposición en dos proposiciones simples individuales, no comprendiendo la lógica del conector "y". Sin embargo, no ocurrió lo mismo con el conector "pero", ya que en este caso no convirtieron la proposición en dos sino que realizaron su análisis como un todo. No obstante, debemos considerar que ambas proposiciones con el conector "pero" unían dos oraciones que concordaban en ser ambas verdaderas o falsas y no se presentó la opción de una verdadera y otra falsa para este conector.

Para el conector "y" se presentan dos situaciones distintas, en una la conjunción une dos proposiciones verdaderas y en la otra une una proposición falsa y una verdadera, en este último caso el conector hace que la proposición en su totalidad resulte falsa.

Al realizar un desdoblamiento en esta categoría, estudiando las respuestas para las proposiciones 2 y 4 por separado, se encontró que para el caso en el que una proposición es verdadera y otra falsa obtuvimos 102 respuestas incorrectas lo que representa un 64% y para el caso en que ambas proposiciones eran verdaderas, las respuestas incorrectas fueron solo 10 representando un 6%.

Los resultados nos muestran que las proposiciones que en teoría tienen una mayor dificultad, obtienen el mayor porcentaje de respuestas correctas. Por otra parte, las proposiciones simples de características más sencillas, tienen el porcentaje menor, no obstante superan el 50%.

Estos valores nos llevaron a realizar un análisis más exhaustivo de las respuestas, buscando la relación de la cantidad de estudiantes con el número de respuestas incorrectas. Los mismos se consignan en la tabla 7, en la cual observamos un máximo en la categoría de tres respuestas incorrectas. Dado que este valor es coincidente con el número de proposiciones simples indagamos cuántos de los estudiantes tienen las tres proposiciones simples incorrectas resultando ser un total de 15 entre los cuales sólo 4 están comprendidos dentro del grupo de 48 que solo tienen tres errores.

Número de respuestas incorrectas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Cantidad de estudiantes	10	16	34	48	32	12	5	1	1	159
%	6	10	21	30	20	8	3	1	1	100

Tabla 7. Respuestas incorrectas para la actividad 3

Reflexiones Finales

En este trabajo encontramos que para la realización de las actividades propuestas se debe recurrir al "análisis", que según Beaney (2009) tiene dos momentos. El primero requiere, al analizar el texto de lectura, de tres etapas: transformación, deconstrucción y regresión, y el segundo momento del análisis corresponde a la reconstrucción o síntesis necesaria para encarar adecuadamente la consigna.

Para responder a las proposiciones simples, el análisis que se debe llevar a cabo requiere sólo de la "deconstrucción" del texto, y no es necesario el empleo de un "análisis por regresión". En tanto que, el "análisis por transformación" presenta cierta dificultad cuando se desconoce el vocabulario empleado, y no pueden fijar las categorías de análisis. Este último proceso solo fue salvado en aquellos casos donde se podía arribar a la respuesta correcta a través de la mera comparación de una frase por la exactitud de su estructura gramatical con la del texto. Esto se comprueba analizando en forma conjunta la segunda actividad, en la cual los estudiantes indicaban las palabras que desconocían, y la octava proposición donde se utiliza el vocablo "provisional". Este vocablo no se emplea en

forma explícita en el texto, en el que se alude a su significado a través de una argumentación. La palabra "provisional" es desconocida por el 20% de los estudiantes impidiéndoles realizar el análisis por transformación.

En las expresiones con la conjunción "y" el inconveniente radicó en la unión a través del conector de una expresión falsa y otra verdadera. El alto porcentaje obtenido de respuestas erróneas para esta situación nos lleva a pensar que los estudiantes desconocen la implicancia del conector "y", cuando las proposiciones que este une no son ambas verdaderas o falsas. Sin embargo, esta situación no se repite para el caso de la doble negación donde también se unen dos proposiciones de diferente carácter y el porcentaje de respuestas correctas es muy alto.

Si analizamos en forma conjunta las proposiciones 3 y 4 observamos que ambas unen una proposición verdadera con una falsa a través de conectores diferentes, en un caso la doble negación (proposición 3) y en el otro caso con la conjunción "y" (proposición 4). Siendo que ambas proposiciones unen los mismos conceptos con las mismas palabras encontramos que una tiene el 86% de respuestas correctas y la otra tiene solo el 30%. Suponemos que la situación del desconocimiento del empleo de los conectores es semejante para ambos casos, pero que para la elección de la opción correcta los estudiantes se basaron en los fragmento del texto en que pudieron hacer el análisis por transformación. En el texto se menciona y desarrolla una abundante explicación sobre las formas y métodos de crear dinero.

Esta analogía entre dinero y energía no es clara para quien desconoce el tema, optando en tal caso por responder a la opción que era acorde al análisis por transformación realizado sobre el fragmento de la lectura que les era posible entender.

El texto tiene frases tales como "el dinero puede crearse y destruirse" lo que induce a contestar falso para la proposición 3 y verdadero para la proposición 4, si no se tiene en cuenta la primera parte de las proposiciones. Pero al considerarlas en forma completa, unidas a través del conector resulta falsa la 3 porque la segunda parte es la que la hace falsa, y también falsa la 4 por que la primera parte la hace falsa. A los estudiantes les queda claro el concepto con respecto al dinero por lo tanto se obtuvo un alto porcentaje de respuestas correctas cuando la opción para la situación referente al dinero era coincidente con la opción correcta de toda la frase en su conjunto, o sea el caso de la doble negación.

Por lo tanto estimamos que como los estudiantes no comprenden, en su totalidad, los conectores lógicos, no han podido realizar el análisis por regresión. Es difícil saber si el análisis por deconstrucción se realizó, pero podemos intuir que las tres etapas que requiere el análisis no están completas, porque como ya lo hemos mencionado, el análisis por transformación no se realizó en más de una situación. Cabe pensar que como el análisis por transformación y el análisis por regresión no se pudieron realizar, también está en falta el análisis por reconstrucción, dado que este requiere de los anteriores para su efectivización.

Como última reflexión podemos agregar que la habilidad cognitiva "analizar" no se encuentra enteramente desarrollada por los estudiantes, ya que alguna de las etapas que constituyen el proceso de aplicación de esta habilidad están ausentes durante el desarrollo de resolución de las actividades propuestas, encontrándose su origen no sólo en el desconocimiento de la semántica de los vocablos utilizados, ya sean estos específicos de la ciencia o de uso cotidiano, sino

también en el alcance y uso de los conectores lógico que representan una dificultad adicional al proceso de análisis.

Bibliografía

Beaney, M. (2009) *Analysis* Stanford Encyclopedia of Philosophy

Cerdeira S, Orti E, Rela A,Sztrajman J. (2000) *Física-Química. Polimodal*, Buenos Aires: Ed. Aique, Primera edición

Jorba Jaune, Sanmartí Neus. (1996). *El desarrollo de las habilidades cognitivolinguisticas en la enseñanza científica*, Seminari de desenvolupament curricular de l`ICE-UABarcelona, pp 233-261

Paez, S., Roldan, M. y Speltini, C., *Estudio sobre la habilidad cognitiva "Identificación" en estudiantes de nivel medio* Consultado Junio 2013 jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/actas/Paez.pdf/at_download/file

Reif, F. y Larkin J. (1994) El conocimiento científico y e cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje. *Comunicación, Lenguaje y Educación,* 21, pp 3-30

Vigotsky, L. (1997). *Pensamiento y lenguaje*, Buenos Aires: La Pleyade, Primera edición, (1934)

Anexo

A continuación se detallan las actividades requeridas a los alumnos

Actividad 1

Lee con atención el siguiente texto.

Energía: El dinero de la Física

No pretendemos hacer una comparación total y absoluta entre la energía y el dinero, pero podemos decir, en términos intuitivos y prácticos, que el principio de conservación de la energía establece que la energía inicial de un sistema difiere de la final en una cantidad exactamente igual a la resta entre la energía que ingresó al sistema, y la que salió de él, tal como sucede en la contabilidad de una empresa.

Pero hay importantes diferencia entre la conservación del dinero y la conservación de la energía.

En realidad el dinero puede crearse y destruirse, y no sólo por la inflación; podemos crear y destruir bienes materiales e intelectuales. Por ejemplo, en una catástrofe hay destrucción de ideas y bienes. Por el contrario, cuando se instala un gasoducto, o se hace un camino, cuando se cursan estudios o se cultivan plantaciones, hay una creación efectiva de bienes, y la suma de los beneficios es considerablemente mayor que la suma de los costos.

Afirmamos que es posible crear más bienes que los que se destruyen o se consumen, en cambio, no se puede crear ni una insignificante caloría, ni destruir siquiera un joule.

Hasta ahora el principio de conservación de la energía parece ser absoluto aunque la historia de la ciencia nos muestre que, a medida que el conocimiento avanza, las creencias y principios más arraigados se reemplazan por otros, a veces muy opuestos. Desde que fue enunciado, hace casi dos siglos, el principio de conservación de la

energía jamás ha sido contradicho; hay quienes afirman que quizá nunca sea refutado y que constituye una especie de verdad inmutable de la física.

Actividad 2

Enumera las palabras que desconoces, del texto

Actividad 3

Según el texto anterior, ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas? Responde verdadero o falso

1) La energía se comporta exactamente igual que el dinero en la sociedad.
2) La energía y el dinero se parece en algunos aspectos, pero se diferencia en otros.
3) No es posible crear energía ni dinero.
4) Es posible crear energía y bienes
5) No es posible crear energía, pero sí bienes.
6) Es posible crear energía, pero no dinero.
7) Se han encontrado algunas excepciones al principio de conservación de la energía
8) El conocimiento científico es provisional

El Significado de los Gráficos: El Procesamiento de los Sistemas de Representación

Idoyaga, Ignacio[1,2]; Torti, Horacio[1]; Lorenzo, Gabriela[1,3]

1: Cátedra de Física, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. iidoyaga@ffyb.uba.ar
2: Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.
3: CONICET

Resumen

Las representaciones gráficas constituyen una parte medular del circuito comunicativo de la física, por lo que este trabajo pretendió proponer indicadores que posibiliten corroborar las competencias de los estudiantes para procesar conceptualmente gráficos, de modo de poder aprender por medio de ellos. Para hacerlo se aplicaron tres tareas de lápiz y papel especialmente diseñadas a un total de 45 estudiantes voluntarios de un segundo curso de física universitario de carreras no físicas que combinaban actividades de interpretación y de producción de

información gráfica. Se completó con una entrevista abierta para profundizar los aspectos encontrados en las tareas escritas. Los indicadores propuestos fueron el uso de múltiples representaciones, la coherencia interna y entre representaciones y la existencia de un completo sistema de referencias. Los estudiantes son competentes para procesar la información en los niveles explícito e implícito, pero presentan dificultades para alcanzar el nivel de procesamiento conceptual.

Palabras Clave: Sistemas externos de representación, información gráfica, universidad, gráficos cartesianos.

Fundamentación y antecedentes

La necesidad de establecer dinámicas de comunicación que permitan el intercambio y la codificación de gran cantidad de información en poco tiempo ha llevado a que las representaciones gráficas ocupen un papel preponderante en la confección de los mensajes. Es por ello que en la vida cotidiana aparece cada vez con más frecuencia el uso de estos recursos.

Como complemento de la alfabetización literaria, científica y tecnológica, el sistema educativo también debería garantizar la alfabetización gráfica (graphicacy), es decir, la adquisición de las habilidades necesarias para "descifrar" mensajes gráficos (Núñez y col., 2009) que nos permitan desempeñarnos profesional, social y culturalmente de forma adecuada.

Continuamente y con objetivos diferentes utilizamos una nutrida variedad de representaciones gráficas: dibujos, iconos, fotografías, gráficos, esquemas, mapas, croquis,

diagramas, entre otras (Postigo y Pozo, 2000). Según la forma en que se presenta la información y su relación con el objeto o fenómeno representado. Postigo y Pozo (1999) proponen la siguiente clasificación:

- Diagramas. Representan espacialmente relaciones conceptuales (por ejemplo: cuadros sinópticos y redes conceptuales).
- Gráficos. Representan en el espacio relaciones numéricas o cuantitativas entre variables (histogramas y gráficos de torta, entre otros).
- Mapas, planos y esquemas. Representan relaciones espaciales selectivas, en general respetando una escala (en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales, pueden destacarse los esquemas de los aparatos en clases de química o física).
- Ilustraciones. De igual manera destacan las relaciones especiales pero su intencionalidad es de tipo reproductiva; donde la imagen presenta semejanzas con objeto de representado.

Por otra parte, desde una perspectiva didáctica, puede plantearse la existencia de dos clases generales de representaciones, internas y externas (Duval, 1999; Cox, 1999). Las representaciones internas son de carácter idiosincrático, son construidas durante los procesos de aprendizaje y su investigación está atravesada por las dificultades propias de su naturaleza personal. Las representaciones externas son generadas a través de un sistema de signos, son representaciones semióticas (García García, 2005), y abundan en los procesos de enseñanza. Dentro de las representaciones externas, las representaciones gráficas, en general, y los

gráficos cartesianos, en particular, constituyen una parte medular del circuito comunicativo de la física, de su enseñanza y del trabajo experimental (García García, 2005).

Si se pretende que los gráficos sirvan a los estudiantes de física no sólo para analizar datos (Kosslyn, 2006) y como herramienta de comunicación (Leinhardt, y col., 1990), sino también para aprender por medio de ellos (Pérez Echeverría, y col., 2009), es necesario que se enseñen y aprendan los elementos sintácticos, semánticos y estructurales que les son propios (Lorenzo y Pozo, 2010). La sintaxis y las restricciones que poseen estos sistemas externos de representación tienen que ser compartidas tanto por los lectores como por los constructores de gráficos para que la información sea entendida y correctamente transmitida (Pérez Echeverria y col., 2009).

El aprendizaje a partir de gráficos requiere entonces de los estudiantes la capacidad de procesar la información aportada por el gráfico en pos de construir conocimiento a partir de ella. En este sentido, los gráficos pueden ser procesados en tres niveles diferentes (Postigo y Pozo, 2000):

- El procesamiento explícito es el nivel más superficial de lectura del gráfico. Se trata de identificar los elementos presentes en el gráfico (título, número, nombre, tipo y los distintos valores de las variables).
- El procesamiento implícito requiere encontrar patrones y tendencias identificando relaciones entre las variables involucradas. Este nivel exige que el gráfico sea interpretado globalmente y supone un cierto conocimiento y manejo sintáctico de los diversos tipos de gráficos (por ejemplo, determinar la pendiente de una recta sería uno estos procesos).

- El procesamiento conceptual requiere en gran medida de los niveles anteriores y está centrado en el establecimiento de relaciones conceptuales a partir del análisis global de la estructura del gráfico, lo que hace necesario ir más allá de la información contenida de modo explícito e implícito en el gráfico y recuperar otros conocimientos disponibles en la memoria a largo plazo, relacionados con el contenido representado para realizar interpretaciones, explicaciones o predicciones sobre el fenómeno representado en el gráfico.

Desde nuestro punto de vista, el procesamiento conceptual, resulta una instancia de reconstrucción intrínseca de la representación para resignificarla. Implica la generación de nuevas representaciones internas y constituye una ocasión de construcción de conocimiento.

Las capacidades relacionadas con los dos primeros niveles de procesamiento de la información gráfica suelen alcanzarse en la escuela secundaria (Nuñez, y col., 2009) y quedaría para la universidad, la tarea de alcanzar las herramientas que posibiliten el sofisticado procesamiento conceptual. Sin embargo, nuestros estudios (Idoyaga y Lorenzo, 2012) muestran que el interés del profesorado está más orientado a que los estudiantes alcancen otras competencias gráficas, priorizando los usos operativos de estas representaciones sobre sus posibilidades cognitivas. Esto podría dificultar, en alguna medida, que los alumnos hagan propias las habilidades que permiten aprender por medio de gráficos, lo que atentaría contra el buen desempeño en sus carreras universitarias.

En este sentido, conocer el nivel de procesamiento que alcanzan los estudiantes podría orientar a los profesores para elegir estrategias de enseñanza adecuadas para su grupo de clase; o permitir aplicar constructos didácticos para facilitar las competencias relacionadas con el nivel de procesamiento superior. Por lo que el propósito general de este trabajo ha sido profundizar el conocimiento sobre la utilización, comprensión, interpretación y procesamiento de las representaciones gráficas en la enseñanza de la física. Particularmente, pretendemos proponer indicadores que posibiliten corroborar la capacidad de los estudiantes para realizar un procesamiento conceptual; y aplicarlos a un curso universitario de física en una carrera no física donde se trabaja básicamente con gráficos cartesianos.

Materiales y Métodos

Participantes

Los participantes fueron 45 estudiantes de las carreras que se dictan en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires que ofrecieron su colaboración de manera voluntaria. Al momento de la realización de las tareas, marzo de 2013, todos se encontraban cursando la asignatura Física que corresponde al segundo año de las carreras de Farmacia, Bioquímica y Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

La asignatura es un segundo curso de física universitaria donde la casi totalidad de los temas desarrollados pertenecen a la física clásica, haciendo una breve introducción a algunos tópicos de física moderna. Por el recorte de contenidos

que presenta, podría catalogarse como un curso de física para ciencias de la salud. Su duración es de cuatro meses con una carga horaria semanal de ocho horas, cuatro de las cuales se dedican al trabajo de laboratorio, además, se realiza un intenso trabajo en un aula virtual. Los estudiantes son evaluados a través de cuatro exámenes escritos, doce informes de laboratorio y un trabajo final, en todas estas instancias se espera que los estudiantes confeccionen e interpreten representaciones gráficas, particularmente gráficos cartesianos que presentan dos variables. La Cátedra planifica una clase a principio de cuatrimestre para discutir el uso y confección de gráficos cartesianos.

Para llevar adelante esta investigación se trabajó con dos grupos de estudiantes. El grupo 1 estuvo integrado por 24 estudiantes de 20 años de edad promedio, 14 mujeres y 10 varones, que fueron seleccionados de manera aleatoria de un total de 104, por medio de un muestreo por conglomerados de grupos completos de clase. El grupo 2 estuvo conformado por 21 estudiantes voluntarios de 20 años de edad promedio, 13 mujeres y 8 varones, que conformaban un grupo de clase y que no formaron parte del grupo 1.

Tareas

Este estudio incluyó la realización de tres tareas de lápiz y papel especialmente diseñadas, la tarea 2 incluía la proyección previa de una película. El grupo 1 realizó las tares 1, 2 y 3 en contexto de aula, en tres días distintos (posteriores a la clase de introducción) y con una duración de 30 minutos cada una. El grupo 2 realizó solo la tarea 3 en contexto de aula con

una duración de 30 minutos. La tabla 1 resume las principales características de las tres tareas.

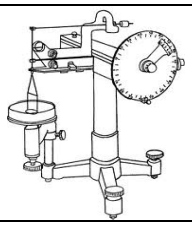
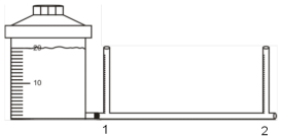
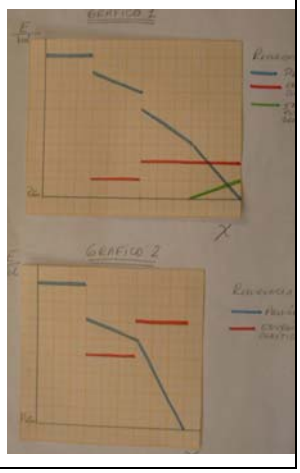
Consigna	Ilustración
Tarea 1: A partir de los datos del proceso de calibración del tensiómetro de Lecompte du Noüy, volcados en la tabla, realizá como mejor te parezca el correspondiente gráfico de calibración y calculá la pendiente de la recta.	
Tarea 2: Dadas las tres situaciones mostradas en la proyección de la película, donde fluye líquido por las tres distintas cañerías conectadas alternativamente a un mismo tanque, confeccioná como mejor te parezca un gráfico de energía por unidad de volumen en función de posición a lo largo de la cañería para cada caso.	
Tarea 3: Los gráficos de energía por unidad de volumen (E/vol) en función de posición (X), que se adjuntan (Gráfico 1 y Gráfico 2), fueron confeccionados por dos estudiantes para representar dos situaciones diferentes donde un fluido fluye por una cañería. La cañería se inicia en un tanque y termina abierta a la atmósfera. Explicá detalladamente qué entendés en cada caso, qué fenómenos se evidencian, qué conceptos físicos se incluyen; en otras palabras, escribí todo lo que se desprende de cada gráfico. Si no estás de acuerdo con algo de lo que aparece en los gráficos, indicalo por escrito y aclará cómo lo corregirías y graficalo nuevamente.	

Tabla 1: Consignas e ilustraciones o gráficos de las tareas 1, 2 y 3.

Las tereas 1 y 2 eran tareas de producción donde se intentaba evidenciar el dominio de las reglas y restricciones sintácticas, semánticas y estructurales de los gráficos cartesianos. La tarea 3 era una tarea de interpretación. Todas guardaban relación con actividades que los estudiantes realizaron durante el curso. En el caso de la tarea 1 se vinculaba

con el proceso de calibración de un tensiómetro de Lecomte du Noüy que se utiliza para determinar el coeficiente de tensión superficial de distintas soluciones. Las tareas 2 y 3 se relacionaban con los sistemas de cañerías alimentadas por un tanque y con un extremo abierto a la atmósfera que los estudiantes analizan durante el curso de física.

Diseño y Análisis de Datos

Las producciones de los estudiantes fueron analizadas en primera instancia de manera individual para luego poner en común sus observaciones con el grupo de investigación, siguiendo los indicadores que se detallan en la tabla 2.

	Indicadores
Tarea 1	Elementos que conforman la representación (título, área de trazado, ejes, valores, títulos de ejes, ecuación, recta promedio, entre otros). Identificación de las variables dependiente e independiente. Respeto de las convenciones al respecto. Utilización de referencias. Elección de unidades y escala, y explicitación de las mismas. Aparición de planteos analíticos asociados.
Tarea 2	Ídem Tarea 1. Utilización de amplificadores cognitivos. Inclusión de representaciones con intencionalidad reproductiva. Coherencia conceptual entre las distintas secciones de la representación. Coherencia conceptual entre las tres representaciones.
Tarea 3	Coherencia conceptual entre las distintas secciones de cada representación y entre las representaciones. Correcciones propuestas. Pertinente y correcta utilización de modelos físicos en la resolución. Recurrencia a nueves representaciones externas. Utilización de referencias y aclaraciones de carácter semiótico. Multiplicidad de de lenguajes.

Tabla 2: Indicadores de análisis de las tareas 1, 2 y 3.

Para profundizar el análisis de las tres tareas se seleccionó a un participante del grupo 1 (Estudiante 1), de género masculino y 21 años de edad; se trabajó como en un análisis de caso donde la participación fue confidencial y voluntaria. El estudiante 1 fue seleccionado dado que en sus respuestas a todas las tareas demostraron solvencia y suficiencia, al menos desde una perspectiva disciplinar. Se realizó una entrevista de 45 minutos de duración donde el estudiante revisó, comentó y amplió su producción.

Resultados

Tarea 1

Los participantes lograron resolver la tarea en el tiempo estipulado. Mayormente no se detectaron dificultades. Quedó manifiesto que los estudiantes conocían el tipo particular de representación requerida y estaban familiarizados con sus restricciones.

De los 24 estudiantes que realizaron esta tarea, 20 presentaron en su trabajo todos los elementos esperados (título, nombre de los ejes, unidades de cada eje etc.); 10 incluyeron en su producción el tratamiento analítico por el cual lograron calcular la pendiente y la ordenada al origen de la recta promedio. Unos pocos, 3 participantes, eligieron escalas o unidades inadecuadas que alteraron la fisionomía esperada del gráfico. Sólo en 2 casos no se respetó la convención por la cual la variable independiente se ubica en las abscisas. Una

característica general fue el bajo nivel de referencias y aclaraciones semióticas.

Tarea 2

Del total de estudiantes, sólo 19 logran terminar la tarea en el tiempo estipulado. Las dificultades de los participantes en lo que respecta a la elección de la escala y de las unidades, así como la escasa aparición de referencias que permitan comprender el sistema de símbolos utilizados se ven acrecentadas y acentuadas en esta tarea con respecto a la Tarea 1. La codificación empleando colores o líneas de trazado diferentes no es convenientemente aclarada en 5 casos.

Una quincena de estudiantes incluyó en su resolución alguna otra representación, más allá de la requerida. Aparentemente, atendiendo al orden de aparición de las representaciones se pudo tratar de amplificadores cognitivos, básicamente esquemas. Sin embargo, en otros casos los estudiantes presentaron en su producción representaciones reproductivas.

Se destacó la falta de coherencia intra e inter representaciones. Dentro de la resolución planteada por 20 de los estudiantes participantes se encontraron representaciones que no son compatibles con los modelos físicos utilizados para abordar los fenómenos presentados. Se observan representaciones donde la energía total aumenta a lo largo del dispositivo, donde los cambios de energía cinética aparecen no compensados por cambios en otros tipos de energía, donde los distintos arreglos presentados parten de energías mecánicas diferentes a pesar de tratarse del mismo tanque y nivel, entre otros.

Tarea 3

Solo 9 de los 45 estudiantes que realizaron esta tarea pudieron hacerlo en el tiempo estipulado, 4 correspondientes al grupo 1 y 5 al grupo 2. Se detectaron numerosas dificultades a la hora de interpretar las representaciones utilizando los modelos físicos esperados. Las faltas de coherencia que se encuentran en las representaciones coinciden con lo detectado en las resoluciones de la tarea 2. Del total de participantes en 12 producciones se detectan y corrigen las inconsistencias que intencionalmente presentaban los gráficos propuestos (5 correspondientes al grupo 1 y 7 al grupo 2).

Una docena de estudiantes presenta en sus producciones nuevas representaciones, fundamentalmente esquemas; pero a diferencia de la tarea 2, están integradas en el discurso y se las utiliza para explicitar sus interpretaciones de los gráficos presentados.

Algunos pocos participantes (ocho) utilizan una amplia variedad de referencias y aclaraciones de carácter semióticas que facilitan el uso de un lenguaje mixto con contenido verbal y gráfico.

Entrevista al Estudiante 1

El estudiante seleccionado para esta entrevista logró completar todas las tareas en el tiempo requerido y desde una perspectiva disciplinar no presentó ninguna inconsistencia en el uso de los modelos que se aplican para interpretar los fenómenos presentados.

Es oportuno destacar que en el desarrollo de las actividades 2 y 3 el estudiante mostró coherencia intra e inter representación, realizando en el caso de la tarea 3 correcciones sobre uno de los gráficos para lograr que sea coherente internamente y con el otro gráfico. En la entrevista declaró:

"Se trata de arreglos construidos con los mismos elementos, entonces las energías que representamos en el gráfico tienen que ser iguales y van variando según el caño cambie de forma".

Este estudiante incluyó en sus producciones un amplio juego de referencias, como aclaraciones semióticas; al ser consultado sobre la utilidad de las mismas comentó:

"Es importante. Así cuando quiero explicar algo puedo combinar las palabras con los gráficos".

De igual modo al ser interpelado sobre la suficiencia de las aclaraciones presentadas dijo:

"Puede ser que hubiese que agregar un título a cada gráfico, para que quede más claro. Además, se podrían poner otras aclaraciones o usar colores diferentes en cada parte"

Durante la entrevista fue consultado sobre por qué recurrió a una variedad de representaciones (esquemas e imágenes) que combinó con el lenguaje escrito, el estudiante sostuvo:

"Para explicar mis ideas me resulta fácil hacerlo de esta manera, además es la manera en la que yo lo entiendo mejor".

Por último, en su discurso volvieron a aparecer vinculaciones con modelos físicos (laminaridad) y manifestó una amplia comprensión de los conceptos y de cómo estos aparecen representados en los sistemas representacionales.

Discusión y Conclusiones

Como consecuencia natural del proceso de escolarización los estudiantes participantes se encuentran altamente familiarizados con los sistemas de representación requeridos. Esto se desprende del análisis de las tareas 1 y 2 donde las se ponen en juego las habilidades necesarias para construir gráficos respetando sus limitaciones sintácticas; habilidades que fueron seguramente practicadas durante el curso de Física.

Sin embargo, algunas dificultades persisten, problemas para seleccionar una escala adecuada que permita la elaboración de un gráfico fácilmente legible, un inadecuado nivel de referencias y el incumplimiento de las convenciones sobre como ubicar las variables. Probablemente la escasa comprensión sobre la finalidad de las representaciones, es decir, sobre su utilidad para compartir información y propiciar la construcción de conocimiento, y la falta de actividades propuestas por el profesorado para reflexionar al respecto propicie que estas dificultades, que van en desmérito del uso de gráficos por estudiantes como elementos eficientes del circuito comunicativo en ciencias, sigan apareciendo.

En las producciones de los estudiantes para se presenta los tratamientos analíticos para calcular, por ejemplo, la pendiente de la recta promedio; lo que indicaría un procesamiento de la representación a niveles de la información explícita e implícita, lo que se esperaría suponiendo que estos niveles se adquieren en la escuela media. Así mismo la inclusión de ecuaciones y tratamientos analíticos en la resolución de todas las tareas podría reflejar el modo de trabajo al que los participantes están habituados en cursos.

Es importante destacar que en la resolución de la Tarea 2 un número considerable de estudiantes incluyeron en su resolución esquemas o imágenes que correspondías a los sistemas presentados; aparentemente estas representaciones no requeridas funcionaron como amplificadores cognitivos, permitiendo a los estudiantes recortar algunos aspectos de la experiencia en estudio para poder analizarla. Por lo que, las representaciones en estos casos mediarían el contacto entre la experiencia y el observador.

Dentro de las principales dificultades se encontró la falta de coherencia entre las distintas secciones de una representación y entre las representaciones, esto puede atribuirse no sólo al poco manejo de los conceptos físicos, sino también poco dominio del sistema representacional y a la imposibilidad de realizar un procesamiento conceptual de la representación; lo que se constituye en un obstáculo para aprender por medio de ellas. Esta diferenciación requeriría posteriores estudios.

Unos pocos estudiantes lograron completar la totalidad de las tareas sin incurrir en inconsistencias desde una visión disciplinar y respetando los tiempos estipulados. Aún menos pudieron responder de manera acabada y pertinente a lo requerido, pero este pequeño grupo mostró denominadores comunes. En la Tarea 3 realizaron correcciones sobre uno de los gráficos para lograr que sea coherente internamente con el otro gráfico, incluyeron un amplio juego de referencias y recurrieron a una variedad de representaciones; ya no como amplificadores cognitivos sino como manifestaciones externas de la resignificación de los gráficos presentadas.

En estas resoluciones aparecen claras vinculaciones con modelos físicos lo que demuestra un adecuado manejo del contenido, pero además los ajustes realizados a los gráficos

muestran que existe una comprensión del simbolismo conceptual de los mismos. El hecho de que puedan presentar otras representaciones resulta una evidencia contundente de que se han apropiado de la carga conceptual de las representaciones presentadas, de que las han procesado y resignificado dando origen a representaciones internas que externamente se manifiestan a través de un lenguaje mixto, verbal, analítico y gráfico que requiere de un complejo sistema referencial para ser comunicado.

Por lo que, se pueden proponer tres indicadores que servirían a la hora de estudiar la capacidad de un grupo de clase para realizar procesamientos conceptuales de gráficos en tareas como las presentadas: *el uso de múltiples representaciones en las explicaciones, la existencia de coherencia interna y externa entre representaciones* y *el uso de sistemas de referencia.*

Del análisis de las resoluciones del Grupo 2, teniendo en cuenta particularmente los indicadores propuestos se desprende que la mayoría de los participantes no estarían realizando procesamiento gráficos a nivel conceptual, quedándose en los procesamientos de menor nivel. Esto implica que existirán dificultades para construir aprendizaje cuando las estrategias de enseñanza impliquen la utilización de representaciones con importante carga conceptual, e invitaría a pensar en un constructo didáctico que ayude a este curso a desarrollar las habilidades relacionadas con este nivel de procesamiento.

Por último y más allá de la necesidad de seguir validando estos indicadores, es claro el potencial de transferencia que estudios como este podrían tener; particularmente en el diseño de test que permitan identificar el nivel de procesamiento gráfico a los que acede un grupo

particular de modo de poder adecuar las estrategias de enseñanza.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos UBACYT B-20020100100010; CONICET- PIP (2010-2012): 11220090100028.

Bibliografía

Cox, R. (1999). *Representation construction*. Leararning and instruction. 9, pp. 343–363.

Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales.* Universidad del Valle. Cali. Colombia.

Garcia Garcia, J. J. (2005). *El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales.* Enseñanza de las Ciencias, 23(2), pp. 181-199.

Idoyaga, I. y Lorenzo, G. (2012). *Enseñar a graficar para la permanencia en la universidad*, en Ingreso y Permanencia en carreras Científico Tecnológicas. San Juan: Editorial UNSJ.

Kosslyn, S. (2006). *Graph design for the eye and mind*. New York: Oxford University Press.

Leinhardt, G., Zaslavsky, O. y Stein, K. (1990). Functions*, graphs and graphing: Tasks, learning and teaching*. Review of Educational research, 60 (1), pp. 1-64.

Lorenzo, G. y Pozo, I. (2010). *La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: eligiendo entre múltiples sistemas de notación*. Cultura y Educación, 22 (2), pp. 231-246.

Núñez, F., Banet Hernández, E. y Cordón Aranda, R. (2009). *Capacidades del alumnado de educación secundaria obligatoria para la elaboración e interpretación de gráficas.* Enseñanza de las ciencias, 27 (3), pp. 447–462.

Pérez Echeverría, M. P., Postigo, Y., López, A. y Marín, C. (2009). *Aprender con imágenes y representación gráfica*. En Pozo y Pérez Echeverría (coords.). La sicología del aprendizaje universitario: De la formación de contenidos a la formación de competencias. Madrid: Morata.

Postigo, Y. y Pozo, J. I. (1999). *Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica.* En J. I. Pozo y C. Monereo (Coords.), El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo. pp. 251-267.

Postigo, Y. y Pozo, J. I. (2000*). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes.* Infancia y Aprendizaje, 90, pp. 89-110.

Historia de la Ciencia como Marco para la Enseñanza de Óptica Física

Repossi, Patricia del Valle[1,2]*;*
Villar, Raúl Roberto[1,2,3]

1: Pontificia Universidad Católica Argentina.
2: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires.
3: Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Energía Eléctrica
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Pacheco.
prepossi@gmail.com

Resumen

Debido a que la Óptica Física es un tema de difícil comprensión para alumnos universitarios, se diseñó una metodología basada en la historia de la ciencia para el estudio del carácter ondulatorio de la luz, y el fenómeno de interferencia. Para esto, se realizó un diagnóstico de las concepciones previas de los alumnos, y luego se diagramaron actividades que tuvieron como hilo conector la historia la Óptica física. Estas actividades incluyen experiencias de laboratorios como planteo de situaciones problemáticas, y se realizó una construcción de conocimiento siguiendo el relato histórico de la sucesión de



descubrimientos y las hipótesis que surgieron de ellos. Se hizo hincapié en seguir la línea de razonamientos de los personajes de la época, intentando explicar el porqué de los mismos, y como cuestiones propias de la historia y de la importancia de los personajes involucrados le daban más credibilidad a algunas teorías sobre otras.

Palabras Clave: Óptica física; Historia de la Ciencia; Interferencia, Teoría Ondulatoria.

La Evaluación del Aprendizaje en Física para Ingeniería: Estudio Comparativo del Rendimiento Académico de Estudiantes Mediante dos Formas de Examinar Conocimientos.

Escobar, Margarita; Arias, Agustín

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Tres de Febrero.

mescobar@untref.edu.ar

Resumen

Se expone un estudio comparativo sobre el rendimiento académico de alumnos de Física 1 para Ingeniería de sonido de UNTREF.

Comparamos los porcentajes de aprobación de dos comisiones. En una de ellas, la evaluación fue del tipo "tradicional" y en la otra, la evaluación consistió de diez exámenes escritos y dos recuperatorios al final del cuatrimestre, con más problemas abiertos y preguntas conceptuales que problemas de resolución directa. Se observó que en los cursos en donde el formato de evaluación fue tradicional, el porcentaje de



aprobación fue menor. También observamos que en los cursos con formato tradicional los errores hallados eran más de tipo mecánicos que de comprensión.

Palabras Clave: Evaluación; Errores; Problemas; Rendimiento académico.

Introducción

La idea básica del llamado enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Pozo et al, 1998). En este contexto, la evaluación es parte del proceso de aprendizaje y de hecho, es fundamental del mismo. Sin embargo, evaluar es visto habitualmente, tanto por profesores como por alumnos, como sinónimo de calificar (Alonso Sánchez et al, 1996) y esto ha sido puesto de manifiesto en los estudios sobre las concepciones docentes espontáneas (Alonso Sánchez et al, 1996). Dichos estudios muestran que, para la mayor parte del profesorado, la función esencial de la evaluación es medir la capacidad y el aprovechamiento de los estudiantes y que el fracaso de un porcentaje significativo de estudiantes es inevitable en materias de alto nivel cognitivo, como son las ciencias. Por el contrario, en una enseñanza constructivista, el profesor ha de considerarse corresponsable de los resultados académicos de sus estudiantes, y para ello, son necesarios un seguimiento atento y una retroalimentación constante que reoriente e impulse la tarea (Alonso Sánchez et al, 1996). En función de orientar esta tarea, se han realizado innumerables

estudios respecto de estrategias de enseñanza y aprendizaje, que sirvan como herramientas metodológicas para obtener conocimiento sobre un curso o grupo de alumnos determinado. En este sentido, como la enseñanza es una actividad social, el modo de obtener conocimiento sobre un curso será más complejo que cuando se trabaja con una muestra física o biológica (Jiménez et al, 2004). La metodología conocida como investigación-acción propone una familia de actividades que realiza el profesorado en sus propias aulas con fines tales como: el desarrollo curricular, su autodesarrollo profesional, la mejora de los programas educativos, los sistemas de planificación o la política de desarrollo. Estas actividades tienen en común la identificación de estrategias de acción que son implementadas y más tarde sometidas a observación, reflexión y cambio (Latorre, 2003). El cambio sobre el que deseamos trabajar apunta a cuestionar la evaluación en el modelo de enseñanza por transmisión. En este sentido, nuestro enfoque está puesto en considerar las actividades de las evaluaciones escritas como instrumento de aprendizaje durante el proceso de instrucción, en cuyo caso sería deseable utilizar problemas de distinta naturaleza con el fin de satisfacer distintos objetivos instruccionales: problemas cualitativos/cuantitativos, cerrados/abiertos (Perales Palacios, 1998). Este enfoque es congruente con lo que se conoce como "evaluación formativa".

Como en este contexto no es posible entender aprendizaje sin evaluación, esta última debe llevarse a cabo durante todo el proceso. Una alternativa que hallamos accesible a esta premisa es la fragmentación de la evaluación en varias instancias a las que denominamos "parcialitos". Como esta metodología tiene sus limitaciones, fue necesario complementarla con otras actividades de aula y trabajos prácticos integradores sobre los que no ahondaremos en este

trabajo. Más allá de sus limitaciones, la modalidad de múltiples evaluaciones permitiría (Alonso Sánchez et al, 1996):

- impulsar el trabajo diario y comunicar seguridad en el propio esfuerzo,
- reunir un número elevado de resultados de cada alumno, reduciendo sensiblemente la aleatoriedad de una o dos valoraciones.

Los ejercicios de los exámenes

Existe un consenso entre los educadores a favor de la oportunidad de que los alumnos de Ciencias resuelvan problemas o hagan trabajos prácticos en el laboratorio (Perales Palacios, 1998). Sin embargo, dependiendo del tipo de problema, ejercicio o actividad que se les presente o les pidamos que realicen, estaremos incentivando el desarrollo de determinada capacidad. Diversos trabajos han abordado la resolución de problemas en las clases de ciencia (expertos y novatos), (Gil Pérez et al, 1997) y otros. Una clasificación básica del tipo de problemas es aquella que divide a estos en (Petrucci, 2009):

- *cualitativos*: requieren de una tarea de índole exclusivamente conceptual, prescindiendo de cálculos numéricos.
- *cuantitativos*: requieren de una tarea operacional matemática además de la conceptual. Algunos de estos problemas son resueltos por estudiantes sin recurrir a conceptos físicos, de un modo absolutamente operativo.
- *cerrados*: de solución unívoca.
- *abiertos*: admiten varias soluciones.

Una comprensión profunda de los conceptos y los principios posibilitaría al alumno aplicar flexiblemente el conocimiento para resolver problemas no familiares; por ello la capacidad de resolución de problemas sin comprensión conceptual no es valorada por la mayoría de los profesores (William et al, 2002). Sin embargo, en la mayoría de los exámenes de física tradicionales, abundan problemas cuantitativos y cerrados, en los cuales el éxito en la resolución de problemas generalmente no es una buena medida de la comprensión conceptual (William et al, 2002).

Los errores en los exámenes

(de la Torre, 2004) en su obra "Aprender de los errores" se refiere a la "constructividad del error" como la toma de conciencia y utilización de las contradicciones, absurdos y errores, con el objeto de facilitar la comprensión de la realidad, mejorarla o resolver problemas. En este sentido, los errores constituirían valiosos indicadores pedagógicos. Así es que propone un modelo de análisis didáctico de los errores (MADE) ilustrado en la FIGURA 1.

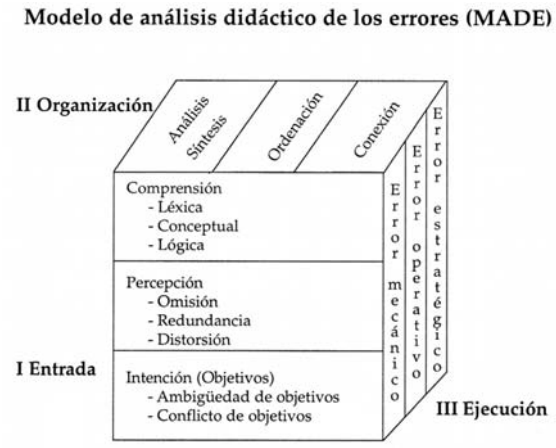


Figura 1: Modelo de análisis didáctico de los errores utilizado para clasificar los errores de los alumnos.

En este modelo, se observan tres categorías:

1. *Errores de entrada o desajuste de la información*: Obedecen a cierto desajuste entre la información de que dispone y el problema que ha de resolver.
2. *Errores de organización*: relacionados con la forma en la que cada sujeto organiza los datos facilitados por la percepción o dados en un problema.
3. *Errores de ejecución*: es el tipo de error que se correspondería más con lo que llamamos "equivocación", como por ejemplo, errores debidos a distracciones.

Teniendo en cuenta esta clasificación de errores y la clasificación realizada por Movshovitz, H, Zaslavsky, I. (1987 cp. Rico, 1995), confeccionamos la TABLA 2, la cual utilizamos para clasificar errores en los exámenes.

Tipo	Categoría	Descripción	Características
Entrada	Intención	Ambigüedad de objetivos Conflicto de objetivos	Falta de verificación: Son los errores que se presentan cuando cada paso en la realización de la tarea es correcto, pero el resultado final no es la solución de la pregunta planteada.
	Percepción	Omisión Redundancia Distorsión	• Datos mal utilizados (distorsión): errores que se producen por alguna discrepancia entre los datos y el tratamiento que le da el alumno. Ejemplos: se añaden datos extraños; se olvida algún dato necesario para la solución; se asigna a una parte de la información un significado inconsistente con el enunciado; se hace una lectura incorrecta del enunciado, etc. • Interpretación incorrecta del lenguaje (distorsión): Son errores debidos a una traducción incorrecta de hechos matemáticos descritos en un lenguaje simbólico a otro lenguaje simbólico distinto. • Teoremas o definiciones deformados (distorsión): Errores que se producen por deformación de un principio, reglas, teorema o de definición identificable.
	Comprensión	Léxica Conceptual Lógica	Inferencias no válidas lógicamente (comprensión): Son errores que tienen que ver con fallas en el razonamiento y no se deben al contenido específico.
Organización	Análisis - síntesis		Dificultades para organizar la información siguiendo algún criterio o categorizar. Seguir los pasos correctos para resolver un problema.
	Ordenación		Dificultades para conectar toda la información que posee, valiéndose de categorías entonces suele desviarse de la meta.
	Conexión		Extrapolar estrategias conocidas para un problema al problema actual.
Ejecución	Errores mecánicos Errores operativos		Errores de cálculo, en la manipulación de símbolos algebraicos y otros derivados de la ejecución de algoritmos. Despistes
	Errores estratégicos		Mala elección de estrategia para resolver un problema.

Tabla 1: Instrumento utilizado para clasificar errores en exámenes.

Hipótesis

El objetivo del trabajo es evaluar comparativamente los resultados de una enseñanza que utiliza un formato de evaluación tradicional respecto de otra basada en la evaluación formativa, que utilice diversos instrumentos y estrategias de enseñanza y evaluación (por ejemplo, implementando diez parciales cortos). Esta comparación se hará teniendo en cuenta dos factores: por un lado, el porcentaje de aprobación y por otro lado, analizando los errores que cometen los alumnos en uno y otro formato. Se espera que un seguimiento continuo sobre los errores y aciertos de los estudiantes genere una optimización del aprendizaje, que se traduzca en un mayor porcentaje de alumnos aprobados al finalizar cada cuatrimestre. Por otro lado, dado que en el formato de evaluación tradicional prevalecen los ejercicios o problemas del tipo cuantitativos, suponemos que la cantidad de errores conceptuales o de comprensión será menor que la cantidad de errores de este tipo en la evaluación mediante "parcialitos". Esto no significaría que los alumnos tienen una mejor comprensión de los temas estudiados, sino que por el contrario, la evaluación no estaría midiendo fallas en el razonamiento.

Metodología

Enmarcamos la metodología de investigación dentro de lo que se conoce como investigación-acción (Latorre, 2003) y el tipo de estudio como exploratorio-correlacional (Hernández Sampieri et al, 1998).

La población de estudio fue compuesta por alumnos de cuatro comisiones de Física 1 de la carrera Ingeniería de Sonido de la Universidad Nacional de Tres de Febrero, Argentina. El

estudio se llevó a cabo durante dos cuatrimestres (1 y 2). A las comisiones sometidas al formato de evaluación "parcialito" las denominamos con la letra A y a las comisiones con el formato de evaluación tradicional les asignamos la letra B. En la comisión B, se aplicó el modelo de enseñanza tradicional por transmisión-recepción. Para el cuatrimestre 1 contamos la cantidad de aprobados y abandonos para tener datos compatibles con la hipótesis del trabajo. En el cuatrimestre 2 contamos los aprobados y analizamos y clasificamos los errores hallados en los parciales de una y otra comisión.

Los exámenes de la comisión A consistían en general de dos ejercicios del tipo conceptual y de un problema cuantitativo cerrado. En el examen de la comisión B, el parcial contiene cuatro ejercicios de tipo cerrado y uno conceptual.

Para el cuatrimestre 2 hicimos un relevamiento de los errores cometidos en los parciales de las comisiones A y B y los comparamos. Seguimos la clasificación de Saturnino de la Torre y Talavasky detallada en el marco teórico.

Para la comisión A se consideraba un parcial aprobado si el alumno tenía todos los ítems bien y correctamente justificados. Para la comisión B, el parcial se consideraba aprobado si sumaba un total de 5 puntos entre todos los ejercicios (lo cual correspondería a aproximadamente dos ejercicios bien resueltos). No se consideraron como errores a los ejercicios no resueltos ni los ejercicios o preguntas no justificados. Cada error fue volcado en una tabla como la 1 para la cual agregamos tres columnas con la descripción del error, la cantidad de errores y la dispersión. Se consideró como dispersión de la medición al número de errores que pudieran pertenecer a uno u otro tipo (es decir, la incerteza al categorizar los errores). La dispersión estimada fue de aproximadamente 7%. El número total de errores perteneciente a cada categoría de cada examen

fue luego dividido por el total de errores hallados para así obtener una cifra promedio que expresamos como porcentaje. Los alumnos de ambas comisiones (A y B) al final del cuatrimestre tuvieron la posibilidad de acceder a dos recuperatorios. En el caso de la comisión A, los alumnos recuperaban los temas que no habían rendido satisfactoriamente y en el caso de la comisión B, los alumnos recuperaban los exámenes no aprobados. En función de estos resultados se decidía la aprobación de la materia. En este trabajo no analizamos los resultados ni los errores de los recuperatorios.

Análisis de Resultados

De acuerdo con el diseño experimental expuesto, se han analizado los porcentajes de aprobación de los cuatrimestres 1 y 2 para las comisiones A y B. En las figuras 2 y 3 se observan los resultados para cada comisión de cada cuatrimestre. En la tabla 2 se detalla la cantidad de inscriptos para cada comisión por cuatrimestre. Para la comisión A se observó que el porcentaje de aprobación sobre el total de alumnos presentes hasta el final del cuatrimestre fue de 72% y 100% para los cuatrimestres 1 y 2 respectivamente. Por otro lado, el porcentaje de aprobación para la comisión A sobre el total de inscriptos fue de 58% y 45% para los cuatrimestres 1 y 2 respectivamente, mientras que para las comisiones B, el porcentaje de aprobación fue de 38% y 30% para los cuatrimestre 1 y 2 respectivamente. Cabe destacar que cuando nos referimos a inscriptos, no estamos considerando a los alumnos que abandonaron al comenzar los cursos.

	1	2
A	31	11
B	26	20

Tabla 2. Cantidad de inscriptos por comisión (A,B) para cada cuatrimestre (1,2).

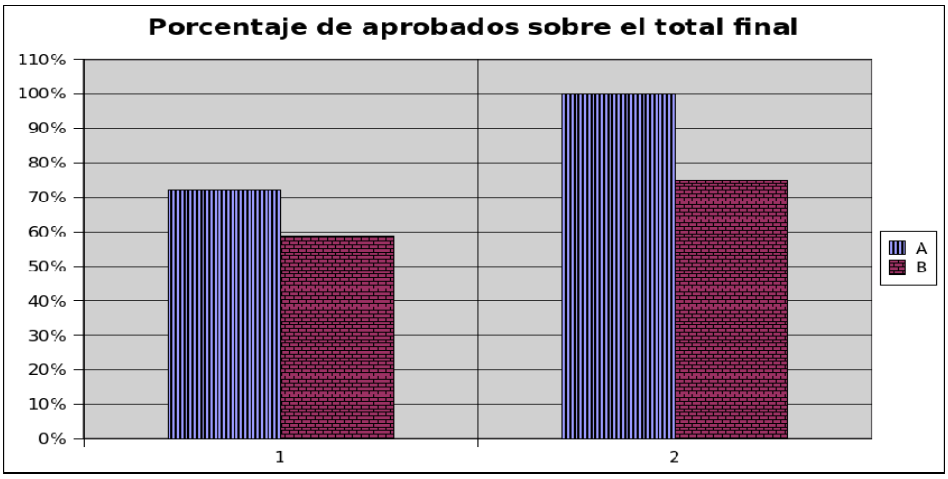


Figura 2. Porcentaje de aprobados sobre el total final.

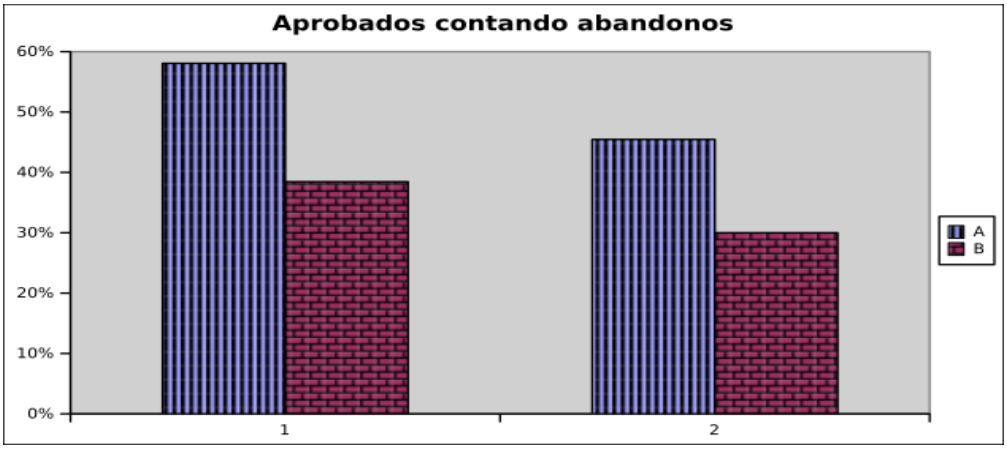


Figura 3. Porcentaje de aprobados contando abandonos.

Como se puede observar, en ambos cuatrimestres el porcentaje de aprobación de los cursos A fue entre un 8% y un 13% mayor que en los cursos B.

Por otro lado, como dijimos anteriormente, hemos analizado los errores hallados en cada parcial tomado durante el cuatrimestre 2 en ambas comisiones. En este caso, contamos la cantidad de errores cometidos por parcialito y lo dividimos por el total de errores de cada parcialito para hallar el promedio. La mayor cantidad de errores se ubicaron en la categoría "comprensión" y "percepción" con (33%±5%) y (31±3%), respectivamente. En menor proporción estuvieron los errores mecánicos, con un (18%±1%) El porcentaje de errores hallados en la comisión A, se muestran en la FIGURA 4.

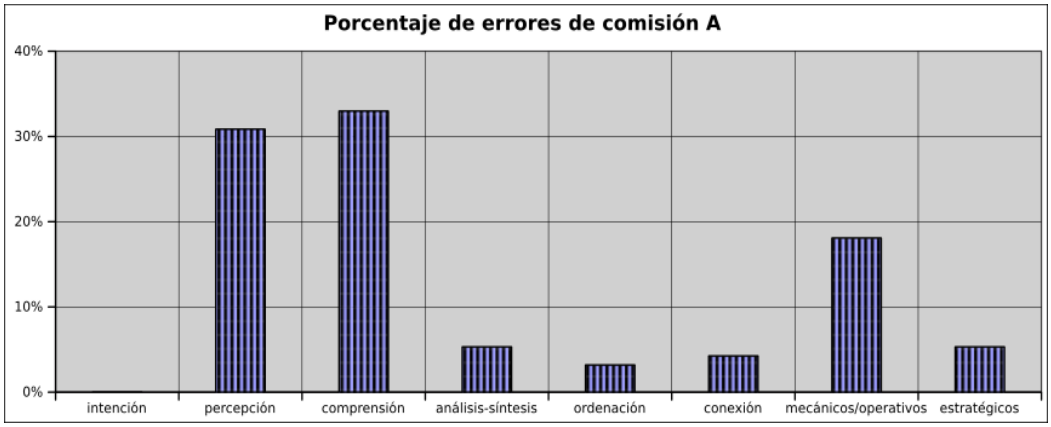


Figura 4. Porcentaje de errores para la comisión A durante el cuatrimestre 2.

Realizamos un análisis análogo al anteriormente detallado para la comisión B, obteniendo en este caso que la mayor cantidad de errores entraron en las categorías "percepción" con un (32%±2%), "mecánicos-operativos" con un (31%±3%) y en tercer lugar "comprensión", con un (13%±1%). En las FIGURAS 5 y 6 se muestran los gráficos obtenidos para la comisión B.

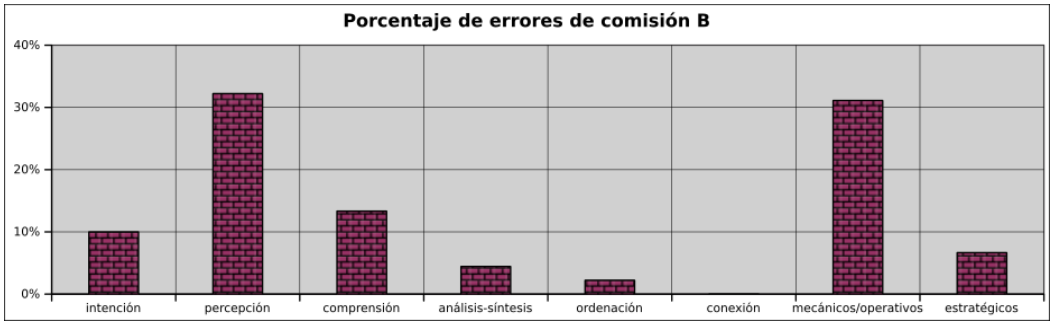


Figura 5. Porcentaje de errores para la comisión B en los dos parciales.

Las observaciones realizadas sobre los errores, nos llevan a aproximar dos hipótesis. Una de ellas sería que los alumnos de la comisión B, en efecto, cometen menos errores conceptuales que los de la comisión A. La otra posibilidad es que el formato de evaluación de la comisión B, no sea un buen instrumento para evidenciar fallas conceptuales o de comprensión en el alumnado y que los problemas cerrados que éstos exámenes contienen permitan observar más errores de tipo mecánico-operacional que conceptuales. Para verificar esto, comparamos las respuestas de dos ejercicios de tipo cualitativo tomados en ambas comisiones. En este caso, se consideraron los alumnos que respondieron justificando esos ejercicios y se observó la cantidad de errores por alumno. El resultado obtenido es que para ambos ejercicios, el porcentaje de errores conceptuales cometidos por los alumnos de la comisión B fue igual que en la comisión A para el ejercicio que denominamos 1 y mayor en un (38%±1%) para el ejercicio que denominamos 2. Los resultados de este análisis se pueden observar en la FIGURA 7.

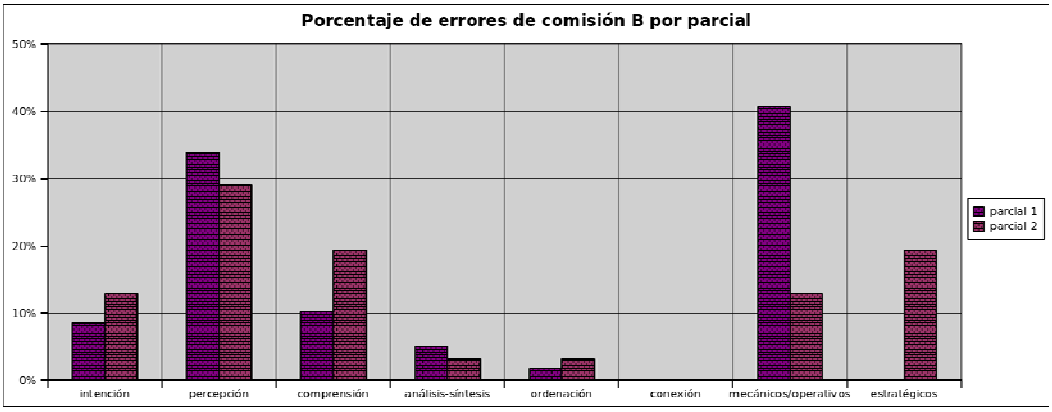


Figura 6. Porcentaje de errores de comisión B para cada parcial.

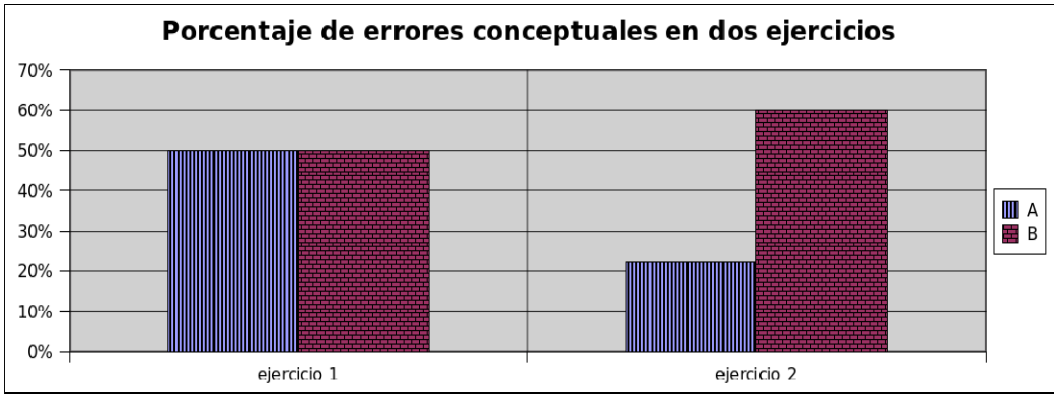


Figura 7. Comparación de errores conceptuales cometidos por alumnos de las comisiones A y B en dos ejercicios.

Conclusiones

Los resultados hallados en este trabajo permitirían verificar las hipótesis que lo motivaron. Observamos que el porcentaje de aprobación de los cursos en los que se implementó un formato de enseñanza compatible con el modelo constructivista, con prevalencia de estrategias didácticas y una modalidad de evaluación fragmentada fue mayor entre un 8% y

13% que en el curso con un formato de enseñanza tradicional y evaluación compuesta por dos parciales y dos recuperatorios. Por otro lado, observamos que en el curso en el que los parciales contenían más problemas del tipo cuantitativos-cerrados, observamos que los errores mecánicos-operativos conformaban aproximadamente un 31%, mientras que los de comprensión conformaban aproximadamente un 13%. Sin embargo, en el curso que incluía más problemas abiertos y cualitativos, se observaron un 33% de errores de comprensión, versus un 20% de errores mecánicos-operativos. Finalmente, hipotetizamos que este resultado no estaba relacionado con el hecho de que los alumnos de la comisión con formato tradicional tuvieran mayor comprensión de los contenidos de Física, sino con que este formato de evaluación, quizás no estaba midiendo comprensión como el formato de parcialitos. Para terminar, estas observaciones podrían permitir afirmar que si los profesores de física estamos realmente interesados en medir el aprendizaje de lo que enseñamos, no podemos valernos sólo de problemas cuantitativos cerrados para evaluar.

Bibliografía

Alonso Sánchez, M. ; Gil Pérez, D. ; Torregrosa, J. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la escuela, 30 pp.15-26.*

Alonso Sánchez, M; Gil Pérez, D; Torregrosa, J. (1992). Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. *Revista de Enseñanza de la Física, 5 (2).*

de La Torre, S.(2004). Aprender de los errores: el tratamiento didáctico de los errores como estrategia de innovación. Magisterio del Río de la Plata.

Díaz Barriga Arceo, F; Hernández Rojas, G (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. *McGRAW-HILL.*

Gil Pérez, D.; Valdés Castro, P. (1987). *La resolución de problemas de Física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas*. Ministerio de Educación y ciencia.

Hernández Sampieri R. (1998). *Metodología de la investigación. Mc Graw Hill.* Interamericana Editores.

Jiménez, R; Petrucci, D. (2004). *La innovación sistemática: un análisis continuo de la práctica docente universitaria de ciencias*, pp. 79-89.

Latorre, A. (2003). *Conocer y cambiar la práctica educativa*. Editorial Graó.

Movshovitz-Hadar, N.; Zaslavksy, O.; Inbar, S. (1987). An empirical classification model for errors in High School Mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, 18 (1), pp. 3-14

Perales Palacios, F. J. (1998). La resolución de problemas en la didáctica. Educación y Pedagogía 10 (21), pp. 119-144.

Petrucci, D.; Cordero, S. (1994). El cambio en la concepción de evaluación. Implementación universitaria. *Revista Enseñanza de las ciencias 12 (2).*

Petrucci, D. (2009). *El taller de enseñanza de Física en la UNLP como innovación: diseño, desarrollo y evaluación (tesis de doctorado)*. Universidad de Granada, Depto. de didáctica de las ciencias experimentales.

Pozo, J; Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Editorial Morata.

Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de la Matemática. En J. Kilpatrick, P. Gómez y L. Rico. Educación Matemática, pp. 69-108.

William, L; William, G; Dufresne, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física*. Enseñanza de las ciencias, 20 (3) pp.387-400.*

La Formación en Ciencias de Niños y Jóvenes: Un Desafío que Enfrenta la Educación Superior

José M. Triano[(1)]; M. Virginia Walz[(2)]

1: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos;
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos.
2: Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos,
Universidad Nacional de Entre Ríos.

Resumen

La formación en ciencias de nuestros alumnos marca un desafío para los docentes, que a su vez, confronta a la Educación Superior para pensar en la necesidad de sensibilizar a jóvenes y adolescentes en la observación y reproducción de fenómenos científicos aplicados a nuestra vida diaria.

Nuestro país necesita desarrollar científicos e investigadores competentes y con la capacidad de generar y gestionar proyectos innovadores que posibiliten el avance de tecnologías de punta para permitir nuestra inserción en el mundo entre los países productores de ciencia y tecnología.

El siguiente trabajo es una investigación realizada con un grupo de alumnos de diversas escuelas primarias y secundarias de la ciudad de Paraná. El mismo nos propone reflexionar sobre estrategias metodológicas y didácticas que los docentes deberíamos tener en cuenta para descubrir el interés de los alumnos por las ciencias. Ya que este, básicamente, permitiría a los niños y jóvenes adquirir una formación científico-tecnológica acorde con los desarrollos de este mundo globalizado e inmerso en la tecnología.

Introducción

La ciencia, para quienes no están en contacto con ella, no es un tema que le cause preocupación ya que muchos no comprenden sus objetivos y metodologías. Para otros les parece muy lejana, fuera de su entendimiento y que es solo un tema de laboratorios sofisticados y científicos con guardapolvos blancos. Pero para quienes estamos en contacto con ella y podemos aplicar sus resultados la consideramos de suma importancia para permitir la evolución de nuestro país. Los países más avanzados son aquellos en que la formación de sus estudiantes incorpora fuertemente el estudio de las ciencias y la tecnología. (Diseño Curricular Pcia. B.A., 1995).

En nuestro país, con la aparición del espacio curricular Educación Tecnológica a partir del año 1999, surgieron contenidos novedosos y variados, conocimientos técnicos y científicos para introducirnos en los saberes del área de Educación Tecnológica.

Al inicio de este trabajo nos planteamos la hipótesis de lograr la formación en ciencias de los alumnos de nuestras escuelas, especialmente en contenidos de física. La presente

actividad se desprende de un Proyecto de Extensión (PEX091/11) de nuestra Universidad Nacional de Entre Ríos en donde se intenta llevar contenidos de Física a las aulas de escuelas primarias y secundarias de nuestra provincia de Entre Ríos. El objetivo de este trabajo es lograr una adecuada transferencia de los contenidos de física del sonido a través del involucramiento de los participantes. Nos propusimos este desafío a través del desarrollo de un taller de sonidos para lograr los objetivos.

¿Por qué consideramos importante la enseñanza de las ciencias?, esta pregunta se puede responder desde: "Lo que nosotros enseñamos es útil porque está ahí, porque forma parte de la realidad en que vivimos y porque la alfabetización tecno-científica es imprescindible para comprender y enfrentar adecuadamente los retos que esperan a los seres humanos del siglo XXI (Gordillo M, 2009)".

Creemos que la importancia de las ciencias en la formación de jóvenes y niños cobra significado a partir de la invasión de la tecnología en nuestras vidas y que su comprensión nos hará sujetos más responsables y éticos. La responsabilidad del éxito de aquella es el rol que deben cumplir los profesores frente al aula y, en este sentido, tenderemos a lo largo de este trabajo de encontrar los motivos por los cuales los alumnos no aprenden adecuadamente las ciencias en su formación.

Aprendizaje de las Ciencias en los Niños

El estudio de las ciencias en nuestras escuelas no es una prioridad de nuestro sistema educativo, si bien esta intención figura en los diseños curriculares de las provincias, esta no está acompañada con adecuados laboratorios y/o el

desarrollo de actividades de experimentación y contacto de los alumnos con materiales adecuados a este fin.

Como se puede leer en el Nuevo Manual de la Unesco (Fesquet, 1975) para la enseñanza de las ciencias: "Si los alumnos poseen la capacidad necesaria para captar los problemas que surgen de la aplicación de las ciencias a su vida diaria, deberán estar habilitados para poder lograrlo a través de una enseñanza de aquéllas ampliamente fundamentada".

En este trabajo de investigación se seleccionaron adecuadamente los contenidos a desarrollar, que tienen que ver con la temática del sonido tan atractivo a los jóvenes, el uso del mismo y sus efectos sobre el sistema auditivo. Se desarrollaron diferentes experiencias que debían enfrentar los alumnos que consistieron en poner a prueba sus oídos a diferentes frecuencias, observar los efectos mecánicos de las ondas sonoras y viendo los efectos sobre su sistema auditivo. Los docentes consideramos que estas prácticas les han permitido interpretar los fenómenos con la suficiente autonomía para poder lograr trasladar su aplicación a la vida cotidiana.

En este punto nos ubicamos en la función de los profesores y queremos reflexionar que sería pertinente que los docentes de ciencias pudieran contar con recursos adecuados para la enseñanza de los contenidos conceptuales y mediante los cuales los alumnos pudieran desarrollar adecuadamente los contenidos procedimentales (experiencias autónomas e interacción con diferentes elementos didácticos). Sobre todo en contenidos de ciencias básicas que resultan poco atractivos y los cuales se pudieran transferir a la vida cotidiana para mejorar la calidad de vida de nuestros sujetos del aprendizaje.

La enseñanza de las ciencias debería promover en los docentes el uso de recursos motivadores para los alumnos, al

respecto podemos leer en el manual de ciencias de la Unesco, "El valor de los recursos depende de la habilidad con que se los utilice. Cada uno de ellos debe usarse con un propósito, o propósitos, definido: ayudar a resolver un problema; ilustrar mejor un principio científico; fomentar en los alumnos el hábito de la Investigación de su medio ambiente (Unesco, 1973)".

Para poder llegar a los alumnos con el conocimiento debemos interesarlos en ello y en este punto la educación debe competir con fuentes como las redes sociales, internet, la comunicación celular, por lo cual consideramos un desafío para los docentes el capturar la atención de los alumnos.

Cuando hablamos de estos conocimientos debemos indagar cómo se aprenden las ciencias y qué mecanismos ponen en juego, los niños y adolescentes, a la hora de incorporar esos saberes. Nos planteamos entonces la pregunta: ¿Cómo piensa un niño o adolescente frente a los diferentes fenómenos cientificos que se le presentan? Para lo cual recurrimos a Piaget cuando nos dice que "Una verdad aprendida no es más que una verdad a medias mientras que la verdad entera debe ser reconquistada, reconstruida o redescubierta por el propio alumno" (Piaget, 1950, en Munari, 1994, pp. 315-332)".

Por este motivo la experiencia de llevar la ciencia a las aulas va en esa línea diciendo que "La acción supone investigaciones previas y la investigación sólo tiene sentido si apunta a la acción (Piaget, 1951, pág. 28)". Teniendo presente estas premisas debemos planificar actividades científicas motivadoras que promuevan la intervención activa de los participantes de las mismas de tal modo que la interacción genere el campo propicio para promover un aprendizaje significativo. (Ausubel, 1963).

El aprendizaje de las ciencias se debe fomentar desde los niveles iniciales de la educación, pero ¿cómo se realiza la integración de estos conocimientos científicos en la estructura de pensamiento de quienes deben aprender?, parafraseando a Piaget, Jean cuando dice: "El acto cognoscitivo implica la integración del objeto en estructuras previas que le dan sentido y significación, los marcos de referencia donde se ensamblan los objetos y pensamientos, los procesos donde se enclavan los hechos, las estructuras donde se integran los elementos, las totalidades donde se unen las partes, etc".

Esto nos remite a que es necesario poner en contexto a los contenidos para a los aprendizajes y principalmente a los objetos que empleamos para incorporar o mejorar el mismo, a partir de lo que nos dice Piaget "Un objeto aislado no adquiere ninguna significación para el sujeto que conoce, ésta depende de la estructura donde se integra y de la manera de ensamble de ambos (Jean Piaget, 1972)." Por eso la experiencia que proponemos en las escuelas recrea los objetos en un contexto que estimula y permite la interacción con el sujeto de aprendizaje capaz de facilitar la transferencia de conocimientos.

Desarrollo de la Experiencia

La población sobre la cual se realizó el presente proyecto comprende alumnos de varias escuelas Primarias y Secundarias de la ciudad de Paraná. En cantidades de 20 alumnos de diversos establecimientos en una franja etaria entre 9 y 15 años.

Distribuidos como: Escuela Siglo XXI (privada) -20 encuestas– 4º Grado -9 a 10 años, Colegio del Huerto (privada) -16 encuestas -4º Grado -9 y 10 años, Escuela Jesús de Nazaret

(privada) –Ramírez -23 encuestas- secundaria -13 a 14 años- Campamento Científico –Cerrito -11 encuestas- Escuela Secundaria -14-15 años- Escuela Maestro Entrerriano -6º grado -11 años- 29 encuestas-

Se trabajaron contenidos específicos como sonido y electromagnetismo a través de experiencias que les permitieron contar y aplicar sus conocimientos previos. El grupo de docentes realizamos visitas a distintos establecimientos educativos donde se propuso a los alumnos un taller sobre sonido y los efectos de este sobre sus órganos auditivos a corto y a largo plazo.



Fig. 1. Imágenes del Taller dictado.

Durante el desarrollo del Taller Científico, (ver Fig. 1.) se pudieron presentar diversos contenidos como la Cinemática, Electromagnetismo y la Electricidad que tienen que ver con aplicaciones de la Física, que se fueron trabajando a través de preguntas a los alumnos participantes. En este trabajo se expone la experiencia desarrollada mediante demostraciones y experimentación como una estrategia didáctica que acerque estos contenidos a los alumnos en un ambiente adecuado para lograr la transferencia de ellos de manera didáctica y placentera.

Las actividades se desarrollaron en las instalaciones de cada una de las escuelas visitadas en el marco de un PEX091/11 de la Uner. La propuesta trató de generar un ámbito de experimentación y aprendizaje en donde los participantes recibían un marco teórico breve para luego interactuar con un pequeño kit preparado para mostrar y recrear variados fenómenos relacionados con la Física, química, electricidad, magnetismo y sonido.

La oferta estuvo centrada en un recorrido por distintos contenidos de física para luego focalizar la atención de los alumnos en aquellos acerca del sonido cuyos fundamentos de funcionamiento eran propósito de este trabajo.

Los docentes hacíamos una introducción acerca de algunas de las características del sonido, su comparación con la velocidad de otros fenómenos como es la luz. Se proyectaron videos sobre tormentas y se consultaba a los alumnos acerca de la percepción del sonido de truenos y relámpagos y su diferencia con la observación del destello de luz de los mismos. Se introdujeron los conceptos acerca de que es una onda de sonido, se explicó la diferencia entre una onda mecánica y una onda electromagnética y sus efectos.



Fig. 2. Imágenes de elementos del kit utilizado en el taller.

Los alumnos interactuaron con elementos de una valija de materiales que fue llevada a cada escuela. Se emplearon vasitos de plástico unidos con una línea de piolín de algodón para mostrar el desplazamiento de una onda en un medio sólido. Luego se emplearon dos parlantes unidos mediante un cable para explicar el desplazamiento de una onda electromagnética.

La población de alumnos trabajó sobre contenidos de sonido y electromagnetismo. Al final de la actividad, los alumnos tenían que rellenar un cuestionario, en donde debían volcar sus comentarios acerca del taller y las experiencias desarrolladas.

Se mostraron ondas puras senoidales mediante el uso de un Osciloscopio Leader 3100D de 100 MHz y generador de señales Good Will. Mod: GFG-8016G. En la Fig. 2. se pueden ver parte de los elementos del equipamiento empleado. Asimismo en la Fig. 3. Se ve el instrumental electrónico empleado.



Fig. 3. Parte del instrumental electrónico utilizado en las experiencias.

Las Escuelas visitadas poseen una población diversa con vivencias culturales y experiencias variadas. Estas jugaron un rol crucial a la hora de enfrentarse a los contenidos y a situaciones problemáticas que les planteamos en la instancia del taller, que fueron decisivas en la experiencia de enseñanza.

Con respecto a los contenidos desarrollados durante la práctica científica, los más importantes están referidos a la morfología delas ondas sonoras, las interferencias entre ellas, la velocidad del sonido en diferentes medios, funcionamiento biomecánico del oído humano, etc. De estos se desprendieron temas como ser el uso de los aparatos que emiten sonido, equipos de audio, auriculares de teléfonos celulares o MP3, uso del sonido en locales bailables cerrados, etc.

Se trabajaron aspectos generales de las ondas, como su morfología, altura, timbre y sonoridad. Se explicó a los alumnos el funcionamiento mecánico y biológico del órgano auditivo y los riesgos que se pueden producir por uso de volumen excesivo y continuo sobre la cóclea y demás componentes del mismo.

Se trató de establecer la diferencia entre oír y escuchar para que los alumnos comprendieran la importancia que deben dar al utilizar conscientemente su sentido auditivo. Esto se logró mediante una charla con los alumnos planteando las diferentes situaciones de su vida cotidiana donde podían ver la diferencia entre oír o escuchar con ejemplos sobre su comportamiento en cada una de ellas.

Se propusieron una serie de experiencias que tenían que ver con las cualidades del sonido (grave y agudo) haciendo uso de parlantes de graves, medios y agudos y generando ondas senoidales de frecuencias bajas, medias y altas, los efectos mecánicos del sonido (mediante experiencias en agua y solidos) y la forma de protegerse de ellos (uso de tapones protectores del oído). Los alumnos observaron el efecto mecánico de las ondas de sonido sobre elementos como agua y arena. Pudieron ver la interferencia constructiva y destructiva de ondas senoidales de sonido a diferentes frecuencias y observar como las ondas sonoras de bajas frecuencias producían el desplazamiento de

solidos como la arena relacionando este fenómeno con los terremotos.

Impacto en Docentes y Alumnos

La enseñanza de las ciencias como parte de la educación impactará directamente en su formación y en las habilidades que adquirirán los alumnos en su vida como egresados.

Esto interpela nuestra labor, como formadores, y nos enfrenta a la tarea de comprender la importancia de la incorporación de las ciencias en nuestro sistema educativo.

Se convierte así el profesor en un mediador entre la información y los alumnos (Fig. 4.) y haciendo uso de los recursos didácticos, en este clima de aprendizaje, "el alumno adapta su intervención según las aportaciones teóricas y al contexto y el profesor diagnostica los problemas, formula hipótesis de trabajo y relaciona los diversos conocimientos convirtiéndose así en un investigador del aula. (Porlán Rafael, 2000)".

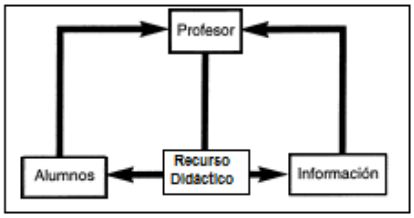


Fig. 4. El profesor como mediador entre los alumnos y el conocimiento empleando un recurso didáctico.

Siguiendo este lineamiento el docente debe centrar su labor en la comunicación pedagógica, facilitando la vinculación entre él como mediador, el alumno como destinatario y el conocimiento como fuente de su labor. La cual se ve facilitada con el empleo de un recurso didáctico apropiadamente elegido (Fig. 4.)

Piaget decía "No se aprende a experimentar simplemente viendo experimentar al maestro o dedicándose a ejercicios ya totalmente organizados: sólo se aprende a experimentar probando uno mismo, trabajando activamente, es decir, en libertad y disponiendo de todo su tiempo (Piaget, 1949, pág. 39)".

Con lo cual es importante, para lograr una educación de calidad de los alumnos, que se generen las condiciones propicias para que los docentes a cargo del espacio de ciencias como la Física o de Educación Tecnológica puedan realizar prácticas e investigaciones conducentes a lograr capturar su atención e involucrarlos en su propia formación. Con respecto al enseñar y al aprender Paulo Freire nos dice: "la educación basada en la interacción entre educar y aprender requiere seguir los siguientes pasos: observar un rigor metodológico; desarrollar la investigación; respeto por el conocimiento particular de cada estudiante (Freire, P. 2004)"…

Resultados

Se vuelcan aquí los resultados de las encuestas que se hicieron a los alumnos acerca de la actividad desarrollada en la población total de alumnos. Se puede observar en los mismos que la actividad desarrollada ha resultado atractiva para los alumnos y les ha permitido participar en un taller con materiales didácticos que no están disponibles en las escuelas visitadas.

Se hizo foco en el abuso del uso de los equipos de sonido y auriculares de teléfonos y equipos reproductores con la finalidad de enseñarles a preservar el uso del órgano auditivo. Las actividades desarrolladas permitieron a los participantes visualizar los contenidos acerca de las ondas sonoras, características del sonido (timbre, intensidad y tono), niveles de presión sonora y con estos fundamentos poderlos transferir a equipos y artefactos de la vida cotidiana.

Resultados por cantidad de alumnos

Se vuelcan aquí los resultados acerca de la actividad desarrollada y de los contenidos de sonido y electricidad por Población de alumnos. Se puede observar en los mismos que las experiencias desarrolladas han resultado novedosas y variadas para los alumnos. Durante el desarrollo del Taller se efectuaron preguntas verbales al grupo que les permitieron inferir principios de funcionamiento o aplicación del fenómeno sonoro a su vida cotidiana. Por ejemplo: se les hacían preguntas acerca del comportamiento de su sistema auditivo en los locales bailables y a la salida de los mismos. El grado de aturdimiento que sentían luego de la exposición prolongada a volúmenes excesivos de sonido. Se explicó el funcionamiento del sistema auditivo,

mostrando un modelo del canal auditivo y los cilios de la cóclea (Fig. 2.)

Cuestionario:

Pregunta 1: ¿Cómo te resultó nuestra visita?

Pregunta 2: ¿Te gustó el taller de sonido?

Pregunta 3: ¿Conocías los temas tratados en esta mesa de trabajo?

Pregunta 4: ¿De dónde conoces estos temas?

Pregunta 5: ¿Te resultó fácil entender y comprender cada fenómeno?

Pregunta 6: ¿Aprendiste más sobre sonido?

Pregunta 7.1: ¿Podrías contar con detalles a otras personas?

Pregunta 7.2: ¿Reproducirías alguna experiencia para mostrar y explicar?

Pregunta 8: ¿Te gustaría visitar científicamente otros lugares?

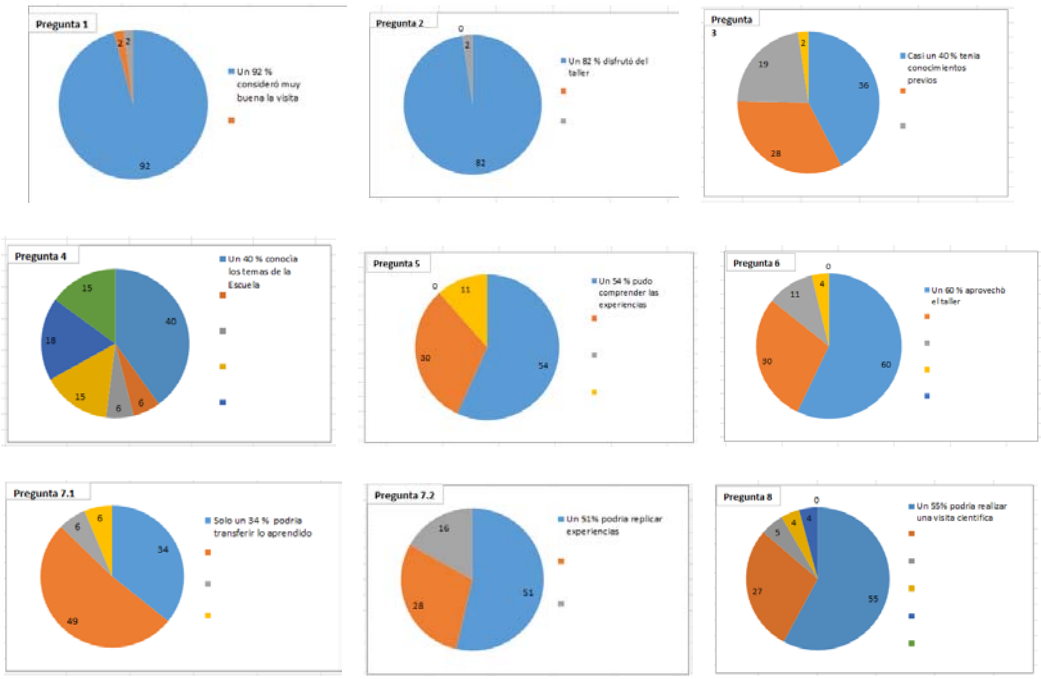


Fig. 5. Resultado de las encuestas a los alumnos.

Resultado de las respuestas

En el resultado de las respuestas de los alumnos haremos foco en algunas preguntas que nos daran una idea de la informacion que posee el grupo participante. Comenzamos por la pregunta 3 acerca de si conocian los temas a desarrollar los participantes del taller expresaron tener algun conocimiento acerca de los conceptos desarrollados sobre ondas de sonido, tipos de frecuencias altas y bajas. Lo cual, al menos, les facilitaba a los alumnos las actividades referidas a los contenidos conocidos. Muchos de los temas habían sido desarrollados por sus docentes en clases de Física, dicho esto por las participantes de los talleres o por sus profesores presentes en la experiencia, en cambio un 19 % no conocian los mismos.

Las respuestas a la pregunta 4 son mas interesantes aun pues nos habla de las fuentes por las cuales les llegó esa informacion o conocimiento del tema en cuestión: Como fuente principal está la escuela en la construcción de sus conocimientos con un 40 % seguida de la T.V. con un 18 % de influencia. Otro dato interesante es qué el 15 % que conocia los temas tratados por los libros. Finalmente un 12 % repartido entre diarios y revistas. En esta pregunta podemos identificar, como docentes, las diferentes fuentes desde donde los chicos reciben estos saberes. Vemos aquí la influencia de los medios de comunicación en el aporte de estos saberes a los alumnos. Con respecto a la informacion escrita, entre los libros y la prensa escrita se alcanza un 27 %, lo que nos indica que los alumnos tienen un nivel de lectura interesante.

En cuanto al nivel de comprensión de los temas, pregunta 5, un 54 % pudo comprender los contenidos y un 30 % lo hizo con cierta dificultad, por lo cual esto nos da una idea de la manera en que los docente dictamos los mismos y como deberiamos hacer para lograr llegar a la mayor cantidad de alumnos para su comprensión.

En la pregunta 6, referida al aprovechamiento de los conocimientos un 60 % aprovechó el mismo en tanto un 30 % lo hizo en menos medida. Este porcentaje es igual al de la anterior pregunta en cuanto al nivel de comprension. De esto podemos inferir que un porcentaje importante aprovechó el taller, en cambio un tercio de la poblacion no pudo apropiarse de los temas.

En cuanto a la transferencia de lo aprendido, pregunta 7.1, del total de alumnos (96) solo el 34 % se siente capaz de contarlo a otro, en cambio un 49 % cree que solo un poco. En este punto fijaremos la atencion ya que un aprendidzaje significativo (Ausubel, 1963) es un saber que puede ser

transferido, con lo cual esto nos alerta sobre si realmente los alumnos se sienten seguros de lo que les quedó como conclusión o si simplemente oyeron lo desarrollado con poco interés.

Referido a la posibilidad de replicar algunas de las experiencias observadas, pregunta 7.2, un 51 % se sentiria capaz de poder reproducirlas, en tanto un 28 % cree no poder reproducir las mismas. La lectura de estos datos nos motivan a pensar que las experiencias desarrolladas fueron motivadores al punto de animarlos a realizar alguna de ellas en otros ámbitos.

Respecto de la motivación para aprender Ciencias, en la pregunta 8 se puede ver que un 55 % estaría dispuesto a realizar una visita cientifica a un museo de ciencias y un 27 % tal vez lo haría, por lo que podemos inferir que el estimulo por conocer más fue alta en esta experiencia lo cual nos alienta a continuar con la realización de estos talleres.

El componente fundamental en esta experiencia lo constituyó el ambiente de aprendizaje montado para este fin y el interés que mostraron los alumnos para la experimentación, que promovió en los participantes, la acción para la aprehensión del conocimiento, para lo cual la "visita científica" cumplió con su propósito didáctico a través del involucramiento que tuvieron los participantes en las diferentes prácticas.

Para promover la formación en ciencias de los alumnos se trató de utilizar su conocimiento previo y de despertar la curiosidad con la finalidad de generar la capacidad de auto-educarse para luego poder transferir lo aprendido y desarrollar habilidades, destrezas y aprender a actuar, integrando estructuras conceptuales con el medio donde el hombre desarrolla su acción.

Conclusiones

Para posibilitar una adecuada educación en ciencias de los niños y adolescentes deberíamos tener en cuenta como sus profesores realizan la enseñanza de las mismas. La formación en Ciencias y el mejoramiento de la calidad educativa son las preocupaciones de la Universidad actual y, particularmente, de los Profesorados e Institutos de Formación Docente responsables de la educación de los futuros docentes.

El desarrollo de contenidos cientificos de manera solamente teórica no solo no atrae a los alumnos sino que no permite su transferencia a su vida cotidiana. Consideramos que los docentes deberían intentar la motivación de sus alumnos mediante experiencias simples con materiales de bajo costo, si no se dispone de un laboratorio con equipamiento.

La construcción de conocimientos científicos adquiere especial relevancia en estos tiempos donde, permanentemente, los resultados de investigaciones son aplicados en diferentes equipos y artefactos de la vida cotidiana. En este contexto los niños y adolescentes tienen mayor acceso a la información a través de los multimedios que la que les puede proporcionar la escuela. Por lo cual el sistema educativo no puede estar ausente de este nuevo escenario y debe realizar sus aportes desde su lugar de formación de los futuros ciudadanos de nuestro país. En este sentido, el desarrollo de las capacidades para aprender y ejercitar la experimentación que se presentan en el ámbito social son recreadas en el ámbito educativo como quehaceres de la formación docente de los profesores de Ciencias

Teniendo en claro que la práctica[2] es el conjunto de significados de los conceptos que se construye en el momento y es para toda la vida, la cual está todo el tiempo atravesada con tensiones y preocupaciones que son irreductibles y propias de la actividad docente, creemos que es necesario pensar permanentemente en estos conceptos.

Mencionamos a Vera cuando nos dice que "uno de los propósitos fundamentales de la docencia es brindar las condiciones adecuadas para que los alumnos logren aprendizajes significativos. Esto supone la utilización racional y crítica de métodos, procedimientos, recursos y técnicas y una cuidadosa selección de actividades (Vera M, 1999)."

Es por ello que consideramos que en la formación docente de los Profesores de Educación Primaria y Secundaria es de vital importancia la presencia de una adecuada alfabetización científica para garantizar un contacto más cercano con las ciencias que en sus futuras prácticas puedan lograr una mayor motivación de esa capacidad de indagación y experimentación a sus alumnos. Esto redundará en una mayor y mejor comprensión de su contexto científico-técnico que mejorará la relación de ellos con su entorno tecnológico. Para esto es necesario que quienes están a cargo de la educación de futuros formadores tengan una postura epistemológica lo suficientemente clara sobre los conceptos que la sustentan y sean capaces de generar recursos didácticos acordes con esa formación.

[2] Prácticas que realizan los profesores en su trayecto de formación docente y luego en el aula en su actividad profesional.

Bibliografía Consultada

AUSUBEL, D. P. (1963). Psicología del aprendizaje verbal significativo. New York: Grune & Stratton.

FREIRE, Paulo. (2004). Pedagogía de la Autonomía. Edit. Paz e Terra.

GORDILLO M. (2009). Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Diseño Curricular Tecnología. http://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/docum/areas/edtec/doc1.pdf. (1995)

MUNARI Alberto, (1994)."Jean Piaget (1896-1980)", Perspectivas: revista trimestral de educación Comparada, (París, UNESCO, vol. XXIV, nº 1-2, pp. 315-332 (www.ibe.unesco.org/publications/ThinkersPdf/piagets.PDF).

PIAGET, J., (1949). Traité de logique. Essai de logistique opératoire. Paría: A. Collin. Traducción castellana: Ensayo de lógica operatoria. Buenos Aires: Editorial Guadalupe, (1977)

PIAGET, J. (1951). "Discours du directeur du Bureau international d'éducation". En: Quatorzième Conférence internationale de l'instruction publique: procès-verbaux et recommandations. Ginebra, Oficina Internacional de Educación, pág. 28.

PIAGET, J. (1972). Epistemología matemática y psicología. Cuadernos de la Facultad de Filosofía, Letras y Psicología. Universidad Autónoma de Nuevo León.

PORLÁN, Rafael. MARTÍN José. (2000). El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula. Diada Editorial S.L.

UNESCO. (1973). Nuevo Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias.

FESQUET. UNESCO. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1975).

VERA, M. T. (1999). El aprendizaje por resolución de problemas. Homo Sapiens Ediciones, Rosario, Cap. III, Sanjurjo L.O. y Vera, M.T. Aprendizaje Significativo y Enseñanza en los niveles Medio y Superior.

La Transdisciplinariedad como Estrategia de Enseñanza en las Materias del Ciclo Básico de las Carreras de Ingeniería.

Cruz, Ricardo; Silva, Enrique; Macagna, Miriam; Aranibar, Liliana.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Haedo.

rcruz@frh.utn.edu.ar

Resumen:

Creemos que la falta de integración conceptual entre los conceptos desarrollados en las distintas asignaturas del mismo nivel, constituye una de las mayores dificultades con las que se enfrentan los alumnos de los primeros años de las carreras de Ingeniería. Los alumnos aprenden los diferentes contenidos en materias que se presentan como bloques aislados, existiendo muy poco de articulación aún en temas que se solapan en las diferentes asignaturas. Esto les impide obtener una visión más amplia de los mismos y un mejor aprendizaje significativo.

El presente proyecto pretende generar estrategias didácticas de integración para con Física I, Química General y

Análisis Matemático I, tronco común a todas las carreras de Ingeniería que se desarrollan en nuestra Regional. Apuntamos, entonces, a construir y testear herramientas cognitivas que trasciendan a las tres disciplinas y que faciliten el mejoramiento del aprendizaje.

Actualmente estamos elaborando el material a utilizar en la experiencia piloto planeada para el presente ciclo académico, que se llevará a cabo en un curso de primer año, cohorte 2013. Se contrastará, al final de la investigación, comparando resultados en cuanto a rendimiento académico y manejo conceptual de saberes adquiridos.

Palabras Clave: Integración; Estrategias didácticas; Aprendizaje significativo; Rendimiento académico.

Introducción:

El presente trabajo de investigación, se encuadra dado nuestro trajinar por las aulas, como docentes de Matemática, Física, y Química, de los primeros años de la carrera de ingeniería, y observando las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes al encarar su estudio. Es así como, tratando de no caer en una explicación simplista, donde el estudiante resulta el gran culpable, ya que no asume las exigencias que conlleva el estudio, nos propusimos comprender las causales, que arrastraban a muchos estudiantes a desertar de su proyecto educativo.

De esta manera, y asumiendo nuestra responsabilidad como docentes, en el proceso de aprendizaje, detectamos serias deficiencias que traían estos jóvenes de su escolarización

anterior, ya que fundamentalmente se había trabajado muy poco en la adquisición de técnicas de estudio, que favorecieran la promoción de relaciones entre los conocimientos asumidos y los nuevos, y por tanto los conceptos aprendidos resultaban como islas desperdigadas.

Proponemos entonces, promover procesos de aprendizaje que conlleven implícitamente a relaciones e integraciones de los saberes propuestos desde las distintas asignaturas.

Los resultados de las primeras pruebas a modo de ensayo, involucrando actividades integradoras abarcando a Física I, Análisis Matemático I y Química General llevadas a cabo hacia el fin del ciclo académico 2012 sobre un grupo reducido de alumnos del primer año de la carrera fueron favorables, encontrando una muy buena respuesta en el alumnado y algunas mejoras, en cuanto a la comprensión de conceptos comunes a las tres materias, con lo que se encaró para el presente ciclo la extensión del trabajo de campo a un curso piloto donde los docentes ensayarán el material interdisciplinario que se está desarrollando actualmente.

El presente trabajo transdisciplinario, llevado a cabo por docentes del Departamento de Materias Básicas que se desempeñan en las distintas áreas de las ciencias exactas y naturales, pretende aplicarse en el marco de las carreras de Ingeniería que se dictan en la UTN-FRH: Ingeniería Electrónica, Mecánica, Aeronaútica e Industrial.

Nuestro objetivo fundamental es:

- Mejorar la enseñanza de Análisis Matemático I, Física I y Química General del primer año de las carreras de Ingeniería de la UTN-FRH.

Y como objetivos específicos perseguimos:

- Favorecer la adquisición de saberes que se desarrollan desde la matemática, física y química.
- Promover herramientas cognitivas que faciliten el mejoramiento de un aprendizaje efectivo.
- Elaborar material didáctico que permita desarrollar la resolución de situaciones problemáticas sobre competencias específicas y transversales de las asignaturas del primer año de Ingeniería, con aplicaciones en el uso de la herramienta informática y con la posibilidad de su integración en el campus virtual que ofrece esta Facultad Regional.

Una vez testeado el material y probada la mejora a partir de la aplicación de estas estrategias de articulación de saberes, hechos los ajustes que se consideren necesarios se proyecta a futuro, extender el presente proyecto a materias básicas del segundo año de Ingeniería.

Marco Teórico:

A modo de diagnóstico:

A partir del advenimiento de las comunicaciones y principalmente de la informática, cuya irrupción la podemos ubicar cronológicamente, en la década del setenta del siglo pasado, se comienza a repensar qué tipo de conocimientos resultan perdurables en el tiempo, y por tanto de qué manera más macro se debe enfocar la formación del futuro profesional. Que para el caso puntual de la ingeniería, resulta crucial, ya que debemos aceptar que estamos subsumidos por una sociedad encolumnada por los estigmas que conlleva la tecnología.

Es por ello que la formación del ingeniero, planteada desde lo académico, en base a un recorrido curricular previsto, deberá prever instancias de aprendizaje, que fortalezcan una visión abarcativa y de complementariedad en cuanto a los saberes adquiridos, ya que dicha instancia de aprendizaje, le permitirá posicionarse en un escenario futuro con herramientas favorecedoras de manejar cuestiones ligadas con la ética, la ecología, el compromiso social, y sobre todo con la volatilización de conocimientos, así como también de la producción de saberes en extremo abundantes.

En la formación de nuestros ingenieros siempre está el riesgo de caer en la mera enseñanza de la disciplina que nos atañe, dedicándonos a la enseñanza o instrucción de los conocimientos contenidos en la currícula dejando de lado una visión más integral. El riesgo de caer en la especialización o hiperespecialización deja entonces de lado quizás el aspecto más importante de nuestra tarea educativa: La formación integral de nuestros profesionales.

El ejercicio de la educación implica acogerse a un concepto mucho más amplio que los de enseñanza e instrucción, ya que la educación, tal y como lo postula Pascal Galvani (2006) en su conferencia dictada en y para el Centro de Estudios Universitarios Arkos (Jalisco, México), está firmemente involucrada en la formación del hombre, mientras que la enseñanza y la instrucción son sólo agentes transmisores de conocimientos disciplinares.

Acerca de la especialización e hiperespecialización en las diferentes disciplinas, escribe Edgar Morín (2003): "La fecundidad de la disciplina en la historia de la ciencia no ha sido demostrada; por una parte ella opera la circunscripción de un dominio de competencia sin la cual el conocimiento se fluidificaría y devendría en vago; por otra parte, ella devela, extrae o construye un objeto no trivial para el estudio científico (…) la institución disciplinaria entraña a la vez un riesgo de hiperespecialización (…) y un riesgo de cosificación del objeto de estudio donde se corre el riesgo de olvidar que este es extraído o construido. El objeto de la disciplina será entonces percibido como una cosa en sí; las relaciones y solidaridades de este objeto con otros, tratados por otras disciplinas, serán dejadas de lado, así como también las ligazones y solidaridades con el universo del cual el objeto es parte (…) sus conceptos propios van a aislar a la disciplina en relación a las otras y en relación a los problemas que cabalgan las disciplinas. El espíritu hiperdisciplinario va a devenir en un espíritu de propietario que prohíbe toda incursión extranjera en su parcela del saber".

A modo de diagnóstico inicial, nos encontramos con jóvenes, que comienzan a cursar asignaturas de la carrera de ingeniería, y adolecen de alternativas metacognitivas, que ayuden tanto a la comprensión y análisis, como del aprendizaje de áreas del conocimiento, que le permitan adecuarse como

"saberes previos" y por tanto constituirse en "andamios", para el desarrollo posterior de saberes. Así entonces, resulta relevante, que desde los primeros años de la formación del ingeniero, se asuma como técnica de trabajo áulico, para nuestro caso involucrando las asignaturas contempladas, temáticas que puedan ser analizadas con una visión de conjunto, desde las particularidades y caminos epistemológicos propios de cada ciencia, ofreciendo por tanto un espacio que permita el ejercicio de la complementariedad.

Vale aclarar que las asignaturas que resultan contempladas en nuestra investigación, conllevan a nuestros iniciales estudiantes, serias complicaciones para su comprensión, y por lo tanto se reflejan como uno de los factores que provocan la deserción, o en el mejor de los casos se evidencia como una instancia que se traduce en la lentificación de la carrera.

Por tanto, se pretende evitar la estrecha visión que presenta el encapsulamiento de las asignaturas, ya que los saberes y conocimientos desarrollados, los cuales resultan librados exclusivamente a la comprensión personal que pueda llevar a cabo el estudiante. Alternativa ésta última, que no siempre se logra, y fundamentalmente no provee de intentar procurar un análisis global, que seguramente necesitará el futuro profesional. Es decir, nos resulta sumamente gravitatorio, encauzar la enseñanza de las asignaturas, no sólo desde la adquisición de saberes y/o conocimientos, sino incluir estrategias de pensamiento, que atiendan la posibilidad de asumir el concepto de "transdisciplinariedad", pudiendo entonces vincular, relacionar e integrar temáticas, con aportes realizados por las distintas asignaturas.

La interdisciplinariedad:

Si nos remitimos a Pascal Galvani (2006), el concepto de transdisciplinariedad "es aquello que se sitúa, que encontramos, entre, a través y más allá de las disciplinas (…) la realidad de las cosas no puede ser comprendida desde una sola disciplina, porque los aspectos que cada una de ellas revela de una realidad, son insuficientes para abarcarla y para comprenderla; necesitamos todas las perspectivas para tener una idea más completa de esa realidad". En los contextos científicos el término transdisciplinariedad es usado de varias maneras. En los países de habla alemana el término suele referirse a las formas de investigación integradoras (Mittelstrass 2003), lo que contrasta con la comprensión de la transdisciplinariedad como un principio de unidad del conocimiento más allá de las disciplinas (Nicolescu; 2002). En cuanto a principio de formas integradoras de investigación, la transdisciplinariedad comprende una familia de métodos para relacionar el conocimiento científico, la experiencia extra-científica y la práctica de la resolución de problemas.

En esta comprensión la investigación transdisciplinar se orienta hacia los aspectos del mundo real, más que a aquellos que tienen origen y relevancia sólo en el debate científico. Una cuestión de mayor importancia en la investigación transdisciplinar es hasta qué punto se consigue la integración de las distintas perspectivas científicas. Este aspecto es a menudo usado para distinguir entre trans-, inter- y multidisciplinariedad. El campo de la investigación transdisciplinar es difícil de estructurar dados estos diferentes y de algún modo inconsistentes conceptos y terminologías.

En la investigación en lengua alemana, un congreso de 2003 llevado a cabo en Gottingen hizo el intento de mostrar el amplio abanico de las diferentes comprensiones de la multi, inter

y transdisciplinariedad e hizo sugerencias para hacerlas converger sin eliminar los usos presentes.

Buscamos entonces que la apropiación de herramientas cognitivas le permitirán al estudiante, poder "vincular, relacionar e integrar", generándole seguramente aportes para construir su metacognicion, y por tanto lo podrá implementar a otras asignaturas a lo largo de su trayectoria académica, con beneficios incuestionables. Es decir, la promoción del enfoque transdisciplinario redundará, en otorgarle al estudiante elementos cognitivos gravitatorios, tanto para el estudio, como en la adquisición de una óptica más global del conocimiento. Al respecto se debe puntualizar a modo conceptual-teórico, que dadas las vastas definiciones que han surgido por estos tiempos, en relación a la estrategia de enseñanza, que pretendemos llevar a cabo en la presente investigación, planteamos el siguiente corpus a efectos de clarificar su conceptualización. Así entonces, elaboramos las siguientes líneas, a efectos de remarcar los aspectos que nos resultan esenciales de la transdisciplinariedad.

Por otro lado podemos destacar, tomando la conceptualización que lleva a cabo el investigador Ricardo Bruera (2000) que la: "Interdisciplinariedad representa la tentativa de promover síntesis cognoscitivas y vitales superando la fragmentariedad, la multiplicidad y el particularismo de los sistemas singulares de conocimientos y habilidades ofrecidas por lo programas didácticos".

La transdisciplinariedad va más allá de la simple correlación de las estructuras de superficie de las disciplinas particulares, para reunificar los principios profundos y los principios subyacentes en cada unidad superior del conocimiento. Cualquiera sea el objeto de conocimiento o aprendizaje -también el más distante entre una disciplina y otra- permanecen únicos los procesos subyacentes de adquisición intelectual, es decir la

mente, delante de cualquier objeto, opera a través del doble movimiento respiratorio del análisis y de la síntesis, a través de las coordenadas del espacio y del tiempo, de lo concreto y de lo abstracto, de la inducción y la deducción, de los hechos y de los principios, de las partes y del todo, de lo formal y de lo funcional. Existen ritmos dialécticos de orden universal que subyacen en los diversos contenidos del conocer, por los cuales el pensamiento no sólo une entre sí las disciplinas, sino que las supera y las sintetiza en una unidad superior (transdisciplinariedad).

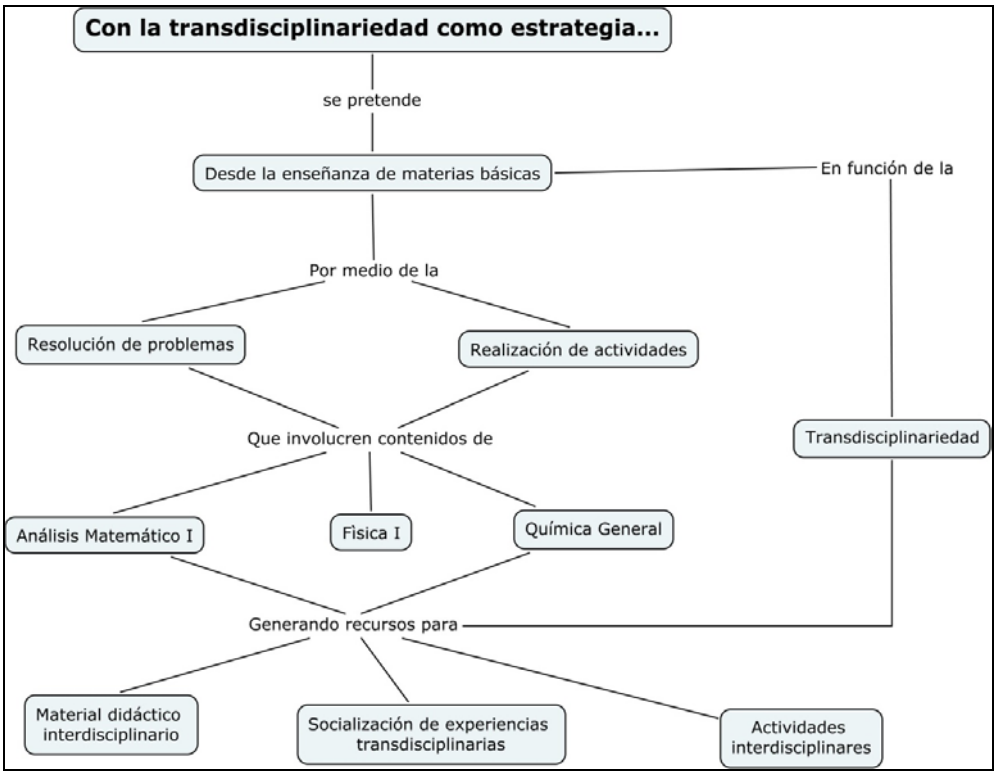
Por último, nos interesa remarcar que el eje principal de nuestro trabajo, tal y como escribe Ricardo Bruera (2000): "La transdisciplinariedad va más allá de la simple correlación de las estructuras de superficie, de las disciplinas particulares, para reunificar los principios profundos y subyacentes en cada unidad superior del conocimiento".

Esta es la significación que pretendemos otorgarle al principio de transdisciplinariedad en el presente trabajo de investigación. Es decir, la transdisciplinariedad, nos ofrece herramientas cognitivas que resultan sumamente atrayentes, tanto para ayudar a la comprensión de temáticas, como para promover una cosmovisión de la realidad.

Metodología:

Tomando como estrategia principal la transdisciplinariedad, conceptualmente definida en el marco teórico, se diseñarán acciones que permitan integrar conocimientos en las tres disciplinas básicas del primer año de todas las carreras de Ingeniería que se dictan en la UTN-FRH (Análisis Matemático I; Física I y Química General).

Un esquema simplificado de lo que se pretende se muestra a continuación:



Esquema 1: Mapa conceptual que resume lo que se pretende a través del presente proyecto.

El eje principal considerado para el recorte del área de investigación es el lenguaje gráfico y algebraico, transversal a las tres materias involucradas. En base a esto, en una primera etapa se elaboraron actividades que se ensayaron a manera de experiencia piloto al final del ciclo académico 2012.

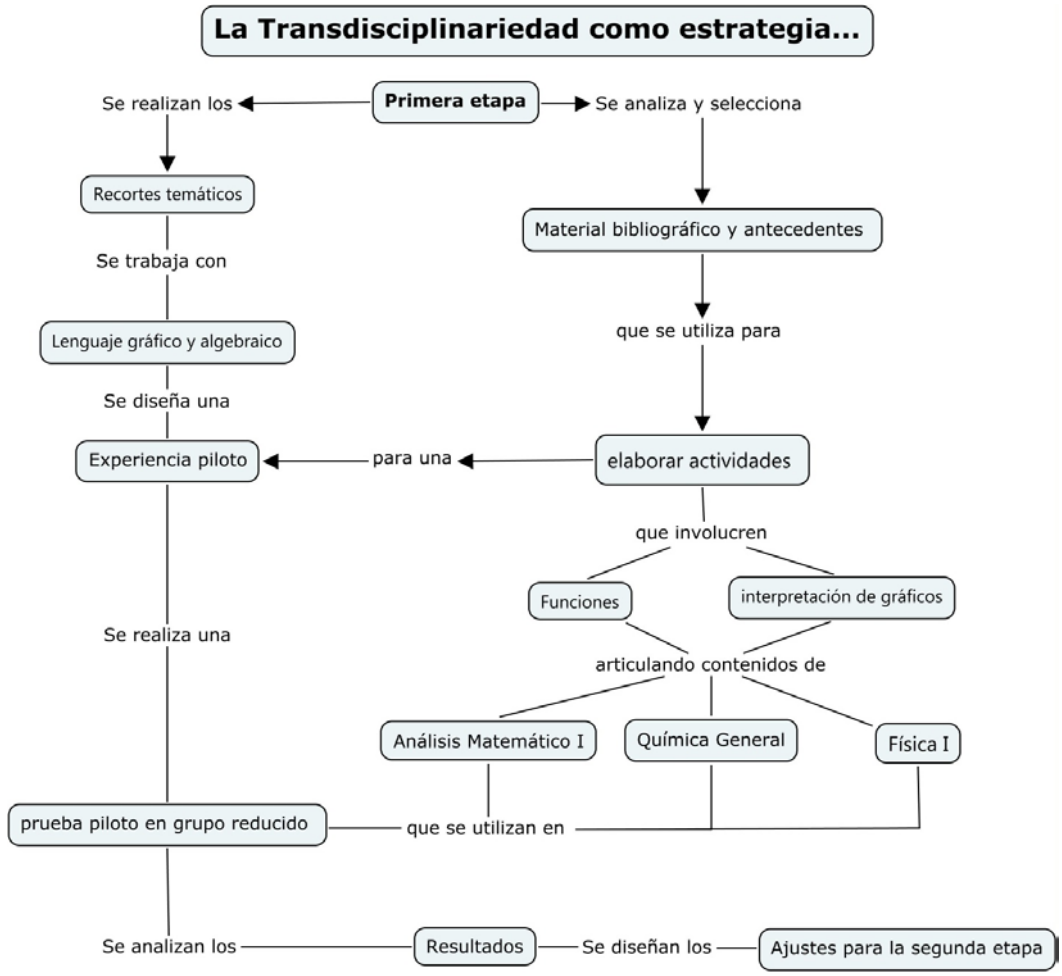
En una segunda instancia, actualmente en desarrollo, y luego de procesar y analizar los resultados de la prueba piloto,

se están realizando los ajustes que se encontraron necesarios, y se están diseñando las actividades a testear en un curso compuesto únicamente por alumnos cursantes por primera vez, seleccionado expresamente y en el cual se designaron docentes en las materias involucradas en el proyecto, que son los encargados de llevar a cabo el trabajo de campo.

Uno de los primeros problemas detectados es el uso de distinto lenguaje oral, escrito y simbólico utilizado en estas materias, lo que hace ver como diferentes, conceptos iguales que se imparten con variaciones de enfoque. Se procede, de acuerdo al análisis de los programas de contenidos a un primer ajuste de vocabulario (nomenclatura y simbología) de manera de unificar el lenguaje al hablar de aquellos temas que se solapan.

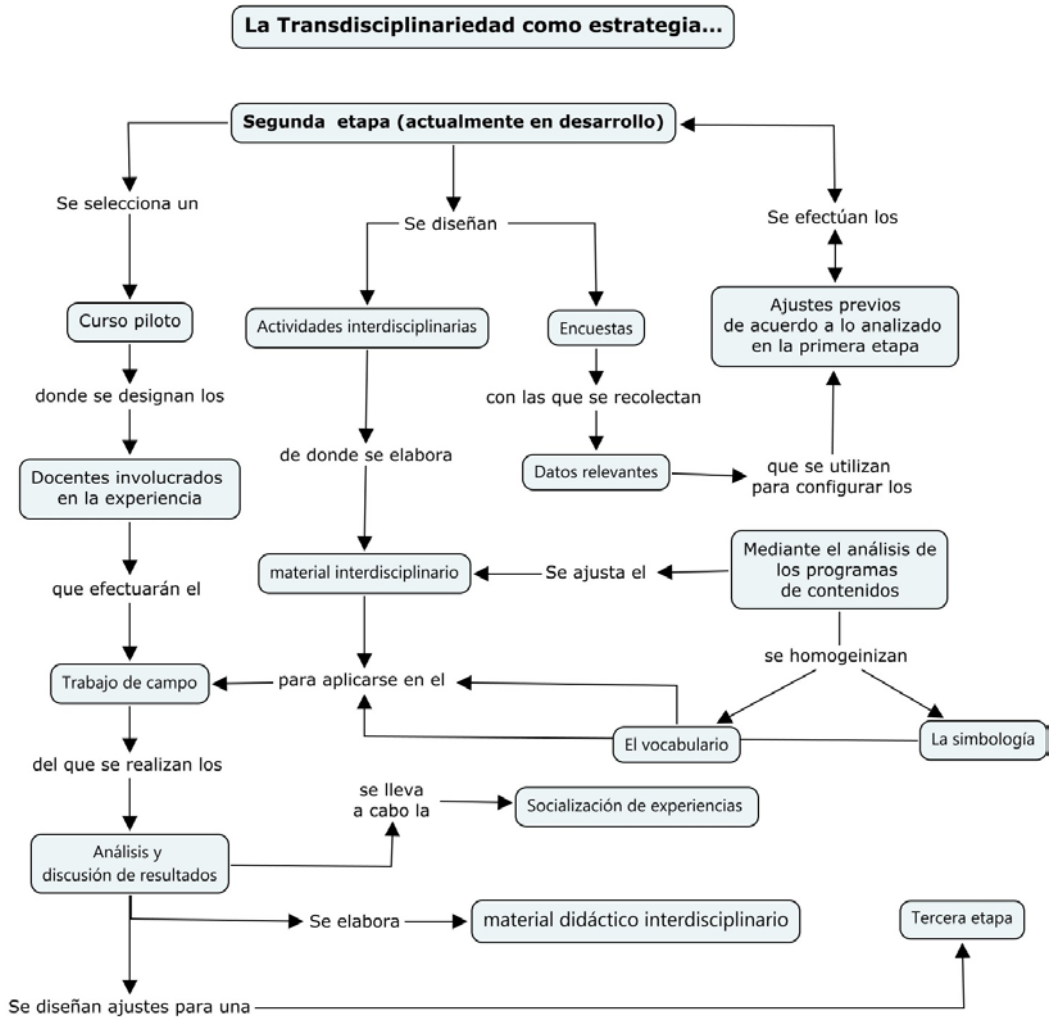
También se llevó a cabo un relevamiento de datos de los estudiantes de manera de obtener un marco de referencia a los resultados a analizar obtenidos al final del trabajo de campo.

Para una visión más esquemática y global del trabajo transdisciplinario que se está desarrollando, se muestra a continuación un mapa conceptual de lo que se ha hecho (primera etapa):



Esquema 2: Mapa conceptual que muestra el desarrollo del proyecto a lo largo la primera etapa.

Y otro de lo que se está llevando a cabo actualmente (segunda etapa):



ESQUEMA 3: Mapa conceptual que muestra el desarrollo del proyecto a lo largo la segunda etapa.

Instrumentos de evaluación:

Éstos consisten en:

Encuestas elaboradas para medir el nivel de comprensión de los conceptos involucrados. Estas encuestas, elaboradas por personas especializadas contratadas para tal fin, serán aplicadas al inicio y al fin del trabajo de campo en el curso piloto considerado, de manera de poder evaluar la mejora en la

comprensión de los conceptos vinculados a la construcción y análisis de gráficos. Las evaluaciones previstas por cada una de las asignaturas afectadas a la investigación, contemplara problemas especialmente diseñados y que involucran conocimientos interrelacionados

Estos problemas, iguales en esencia pero con las modificaciones necesarias para ajustarlos a la disciplina en que se evaluarán, se utilizarán como instrumento de evaluación integrador de los conceptos involucrados en el proyecto. Así mismo se recopilarán datos de interés a efectos de establecer relaciones, tales como escuela de procedencia, especialidad de egreso de la escuela media, intentos anteriores de estudiar carreras afines, etc. Estos datos darán un contexto importante a las mediciones específicas del trabajo de campo.

Variables consideradas en el proyecto:

Se medirá, utilizando herramientas estadísticas, la habilidad para la resolución de situaciones problemáticas que involucren la construcción y el análisis de gráficos, desde un enfoque transdisciplinario.

Resultados y Discusión:

Al momento de la presentación del presente trabajo, no se ha implementado el primer trabajo de campo programado por lo que aún no se han relevado datos a procesar. Contamos con los análisis previos del material con que se cuenta y en ellos hemos encontrado:

Los programas de contenidos de las tres asignaturas contienen ítems que se solapan, como el estudio de funciones,

pero que se desarrollan en diferentes momentos para cada una de las materias, por lo que se replantearon las actividades interdisciplinares pensadas para el trabajo de campo.

En las guías y apuntes utilizados encontramos que la nomenclatura, la simbología y la forma de referirse a los mismos contenidos es diferente en cada materia con lo que se refuerza la concepción en los alumnos de un aprendizaje aislado para cada una de ellas, por lo que se está trabajando en la homogeinización.

En la actualidad se está elaborando el material didáctico para ser implementado, tanto en el trabajo de campo como en las instancias de evaluación parcial. Se ha decidido ensayar primero trabajos interdisciplinarios con contenidos de Física I y Análisis Matemático I, y luego trabajar en la interrelación entre Análisis Matemático I y Química General.

Conclusiones:

Al final de la primera etapa del desarrollo del presente proyecto, se ha conseguido obtener los datos para realizar los ajustes necesarios para la implementación del trabajo de campo. La prueba del material articulando contenidos sobre un grupo muy reducido de alumnos al final del ciclo 2012 mostró algunos resultados ligeramente mejores en cuanto a resolución, comparados contra el desempeño de otros estudiantes pertenecientes al mismo grupo-clase. El trabajo de campo planeado para el presente ciclo nos permitirá, por un lado testear la pertinencia del material elaborado y por el otro confirmar o no la tendencia de esta primera prueba.

Bibliografía:

Aguayo Francisco; Lama Juan Ramón (1998), *Didáctica de la Tecnología*. Tébar España.

Beane, J. A. (2005). *La integración del currículum*. (R. Filella, Trad.). España. Ministerio de Educación y Ciencia / Ediciones Morata.

Bourgignon André (1993). *Fin de una época, fin de un pensamiento,* Transversales Ciencia/Cultura, nº 24, Noviembre-Diciembre 1993.

Bruera, Ricardo (2000). *La Didáctica*, Editorial C.E.D.I.E.: Rosario, Argentina.

Camilloni Alicia y otros, (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidos. Argentina

Cazenave Michel; Nicolescu Basarab (1994). *El hombre, la ciencia y la Naturaleza - Miradas transdisciplinarias*, obra colectiva bajo la dirección de. Le Mail

Echazarreta, D. R. y Haudemand, R. E. (2009). *Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil*. Formación Universitaria. Vol. 2(6).

Ezequiel Ander-Egg (1999). *Interdisciplinariedad en educación*, Editorial Magisterio del río de la Plata, 3º Edición.

Ezequiel Ander-Egg; María José Aguilar. (2005). *Cómo Elaborar un proyecto*, Editorial Lumen/Hvmanitas, 18º Edición.

Ferreira Lorenzo, G. (2004). *Hacia la integración curricular en la educación superior: reflexiones, necesidades y propuesta para la disciplina integradora*. Revista Iberoamericana de Educación. Número 34/2.

Galvani, Pascal (2006). *Educación y Transdisciplinariedad.* Conferencia Universidad ARKOS, Jalisco, México, 10 de febrero de 2006.

Graesser, A.C. y Clark, I., F. (1985). *Structures and procedures of implicit knowledge*, Norwood, N. J.: Ablex

José Yuni; Claudio Urbano (2006). *Técnicas para investigar I: Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación***,** Editorial Brujas, 2º Edición.

José Yuni; Claudio Urbano (2006). *Técnicas para investigar II: Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*, Editorial Brujas, 2º Edición.

José Yuni; Claudio Urbano (2006).*Técnicas para investigar III: Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*, Editorial Brujas, 2º Edición.

Morín, Edgar (1994). *Sobre la Interdisciplinariedad*, Boletín nº 2 de Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires (CIRET).

Morín, Edgar (2003). *Introducción al Pensamiento Complejo*,Barcelona, Editorial Gedisa, 2003.

Nicolescu, Basarab (1993). *Una nueva aproximación científica, cultural y espiritual - La transdisciplinariedad*, Passerelles, nº 7, Otoño 1993.

Nicolescu, Bassarab (2002). *La Transdisciplinariedad, Manifiesto.* Ediciones Du Rocher, 2002.

La WEB 2.0 y su Impacto en la Educación Formal en la Provincia de Catamarca

Andrada, Isabel Carolina(1); Watkins, Marcelo Eduardo(2); Andrada, Oscar Arturo(2)

1: Dirección Prov. de Obras por contrato.

2: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNCa.

carolandrada386@hotmail.com; watkinsmarcelo@gmail.com; oandrada@unca.edu.ar

Resumen

Son muchas las utilidades de la Web 2.0 que se pueden usar en educación. Quizá una de las más significativas corresponda a las múltiples posibilidades que ofrece la red para desarrollar propuestas colaborativas. Encontramos multitud de herramientas y aplicaciones de Internet que nos proporcionan diferentes ventajas como los espacios compartidos, toma de decisiones comunes, asignación de tareas y responsabilidades, votaciones y gestiones de grupo. El objetivo del presente trabajo consiste en indagar sobre el empleo y las opiniones que tanto docentes como alumnos tienen acerca de estas nuevas tecnologías. La investigación se realiza por aplicación de encuestas y entrevistas a los distintos actores del sistema



educativo en escuelas de Catamarca. Las entrevistas realizadas muestran claramente que a pesar de los esfuerzos de muchos docentes, aún queda mucho por hacer sobre todo en materia de capacitación docente, mientras que las encuestas permiten inferir un relativamente bajo uso de los recursos disponibles en la Web 2.0.

Palabras clave: Educación en las nubes; Trabajo colaborativo; Web 2.0; Nuevas TICs.

Introducción

Hasta hace diez años era imposible pensar que se pudiera eximir de una presencia diaria a alumnos y profesores. El esquema que manejamos fue siempre el contar con la presencia física del alumno y del profesor, así su mente no esté allí. (Cardona Ossa, 2001). En las nuevas tendencias de didácticas virtuales ya no es necesario que alumnos y profesores estén en el mismo lugar al mismo tiempo. Podemos pensar en una educación asincrónica mediada por las herramientas de Internet.

Según Nicholas Negroponte (2007), "El niño está muy motivado a explorar, puede crear y construir. "Me decepciono cuando veo que en los colegios enseñan 'PowerPoint' o 'Excel'. Esas son aplicaciones y ellos no deben ser expertos en computadores, a ellos se les debe enseñar a aprender. El computador es la mejor manera de lograrlo". La tecnología es mucho más que una ayuda en la enseñanza o el aprendizaje. Ha de ser una herramienta pedagógica de igual valor y de uso tan habitual como los libros o los bolígrafos. "Es la escuela del futuro, la escuela 2.0 a la que tenemos que llegar lo más pronto

posible" (Real García, 2010). Si realmente nuestros políticos están interesados en que los alumnos den el salto hacia la Sociedad del Conocimiento, se vuelve imprescindible cambiar la forma de utilizar los ordenadores en los diferentes estamentos del Sistema Educativo. Ya no pueden ser válidas las aulas de informática con las que cuentan la mayoría de los centros, desde preescolar hasta la Universidad, sino que habrá que adaptar las aulas de clase a las nuevas necesidades que plantea la sociedad.

El concepto de inter-creatividad constituye una pieza clave desde los orígenes de Internet. Desarrollado en la teoría por Berners-Lee (1996), es la suma de dos palabras muy asociadas al fenómeno evolutivo de Internet, esto es interactividad más creatividad. Utilizado desde las primeras comunidades *hackers* existentes en la Red, como motor de desarrollo del medio este concepto resultó imprescindible en el camino hacia la red mundial que hoy existe. La inter-creatividad propicia los mecanismos necesarios para que toda la comunidad pueda aportar su conocimiento al producto desarrollado, en forma horizontal y organizada (Scolari y Kuklinski, 2006).

El estudiante a través de las TIC se sitúa en el escenario en el que él mismo elige sus acciones, navega y descubre que existen muchos finales posibles y que puede obtener una retroalimentación por parte del docente o de sus compañeros. Además, permite compartir sus propias producciones, sus reflexiones, sus análisis, sus errores y aciertos con los demás compañeros de estudio (Rodríguez Hernández, 2012).

La investigación que se presenta, configurada en el ámbito de las Ciencias Sociales, es descriptiva y está dirigida fundamentalmente a conocer el impacto de la aplicación de las nuevas TICs en el ámbito educativo. El modelo de investigación que se adopta es multimetódico, (Oriol, 2004) abarcando

distintos métodos de investigación, –cuantitativo o culitativo– y utilizando diferentes técnicas.

Objetivo General

- Caracterizar, analizar e identificar logros de la educación Web 2.0 en los procesos de enseñanza – aprendizaje en una muestra de cuatro escuelas del nivel medio del sistema educativo de la provincia de Catamarca.

Objetivos Específicos

- Conceptualizar y caracterizar las posibles aplicaciones de la Web 2.0 a la educación.
- Señalar los lineamientos o aspectos necesarios para el desarrollo de medios instruccionales a través de la Web 2.0.
- Indagar acerca de experiencias vinculadas a la Web 2.0 en los procesos de enseñanza-aprendizaje en cuatro escuelas de la Provincia de Catamarca.

Desarrollo

La tendencia actual en ámbitos adelantados de la educación va hacia el abandono del ordenador de mesa, en el que están todos nuestros programas y documentos, y sustituirlo por otros sistemas mucho más dinámicos, que se comporten como estaciones de trabajo conectadas a Internet. El nuevo escenario de estos desarrollos se denomina "computación en la

nube" (Cloud Computing), un paradigma que permite ofrecer servicios de computación a través de Internet sin necesidad de tener instalados servicios en su propio computador, únicamente accediendo a la gran red mundial.

La gran ventaja de "la nube" está en una forma real de compartir la información. Con una red de área local varios usuarios pueden usar el mismo archivo, consiguiendo una mayor interactividad con documentos compartidos por varios alumnos. De igual forma pueden consultarse simultáneamente un álbum de imágenes, visualizar y editar vídeos en la red y organizar toda la información en una presentación compartida, utilizando datos de diferentes procedencias. Todo ello basado en el trabajo colaborativo que permite la Web 2.0. Vista como herramienta pedagógica es necesario plantear la siguiente pregunta: *¿Qué uso se le está dando a las nuevas TICs en la educación actual en Catamarca?*

Por esta razón se hace un relevamiento estadístico, con la intención de investigar si las escuelas de la provincia de Catamarca se adecúan a esta nueva tendencia en educación.

Metodología

Se considera que la investigación y la observación puede hacerse siguiendo dos métodos diferentes: por un lado, la observación directa de la realidad social por medio de entrevistas, encuestas, cuestionarios y observación participante; por otro lado, la observación y el análisis de documentos diversos. La investigación cuantitativa es la que analiza diversos elementos que pueden ser medidos y cuantificados. Toda la información se obtiene a base de muestras de la población, y sus resultados son extrapolables a toda la población, con un

determinado nivel de error y nivel de confianza. La investigación cualitativa da cuenta de la credibilidad de la comunicación, o de los conceptos, o de los beneficios ofrecidos. Los estudios cualitativos observan al individuo por un lado, y por otro lado observan el producto, u objeto de la investigación generador de determinadas conductas entre los individuos. Estas observaciones adquirirán un carácter probabilístico y por ende extrapolable al universo en una segunda etapa de la investigación (Gómez, 2010).

El modelo de investigación aplicado en este caso abarca distintos métodos utilizando diferentes técnicas, –encuestas y entrevistas– y consta de las siguientes fases:

- FASE A: Aplicación de encuestas a alumnos del Nivel Polimodal en cuatro tipos de escuelas diferentes. Se selecciona una escuela urbana de gestión pública –Escuela Fray Mamerto Esquiú–, una escuela urbana de gestión privada –Colegio Pía Didoménico–, una escuela urbano-periférica –Escuela Huayra Punco– y una escuela pública rural –Escuela Esteban Echeverria– de la localidad de El Rodeo. Las escuelas son seleccionadas de este modo para garantizar la diversidad de situaciones socio-económicas de los encuestados y evitar sesgos en los resultados. Las encuestas se aplican a un promedio aproximado de 25 alumnos por cada establecimiento. Las preguntas se formulan de manera tal que los alumnos pueden seleccionar una entre varias respuestas posibles, a fin de poder cuantificar posteriormente los resultados.
- FASE B: Encuesta estructurada a docentes y autoridades del sistema educativo provincial, técnicos de la gestión educativa o capacitadores del área Tecnología Educativa o Computación. Las preguntas se

formulan de manera tal que los docentes pueden seleccionar una entre varias respuestas posibles. Se encuesta en total a quince personas relacionadas con la actividad docente.

- FASE C: Entrevista semiestructurada con docentes –personajes clave– del área específica de conocimiento, que se encuentren trabajando en la formación de docentes en particular de Tecnología Educativa o Computación.

Resultados y Discusión

Los aspectos centrales y más relevantes de la información que se obtiene de las encuestas a alumnos pueden verse en los gráficos de la Figura 1. Desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos, vemos que del total de la población estudiante encuestada hay un 21% de alumnos que aún no cuentan con computadora en clase. Esto implica un importante límite para los docentes a la hora de aplicar las nuevas herramientas pedagógicas. Esto explica de alguna manera que exista un 25% de la población que no utiliza la informática en todas las materias escolares. Por otro lado se observa, como dato adicional que solo un 57% de los encuestados tiene acceso a Internet en la escuela.

En relación a la actitud que tienen los alumnos frente a este nuevo recurso, vemos que un 56% contesta que aplicando la informática se aprende mejor, y un 40% opina que aumenta el rendimiento escolar. Los mismos alumnos informan que un 63% usa la computadora para estudiar y el 37% restante la emplea para jugar.

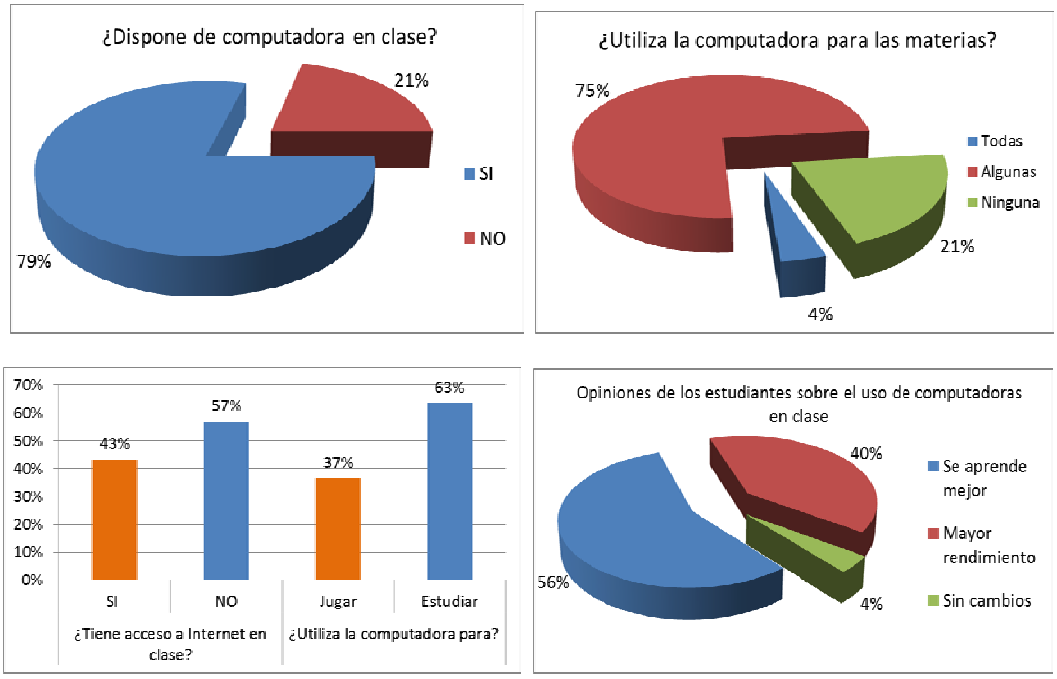


Figura 1. Encuestas a alumnos

La Figura 2 muestra algunos de los gráficos más significativos en la aplicación de encuestas a docentes. Vemos que al indagar sobre la disponibilidad de recursos informáticos, los resultados son similares a los obtenidos en las encuestas a alumnos. Un 67% de los docentes considera que las computadoras disponibles son suficientes. El mismo valor se repite al preguntar sobre los cambios en la gestión pedagógica, ya que un 67% informa que aumentaron las actividades que se desarrollan con la computadora en clase, mientras que el 33% restante opina que se generan más espacios de aprendizaje. Ninguno de los encuestados informa sobre aumento en la duración de la clase.

Otro aspecto a tener en cuenta es la forma en la que los docentes planifican su actividad. Un 67% responde que la incorporación de computadores influye de manera importante y un 33% piensa que la influencia es relativa, pero nadie opina que no incida.

Por último, al investigar de qué manera contribuye la capacitación recibida, vemos que la mitad de los encuestados le asigna una importancia relativa y un 33% la describe como un aporte relevante. El 17% restante no se siente en condiciones de evaluar aún el aporte recibido.

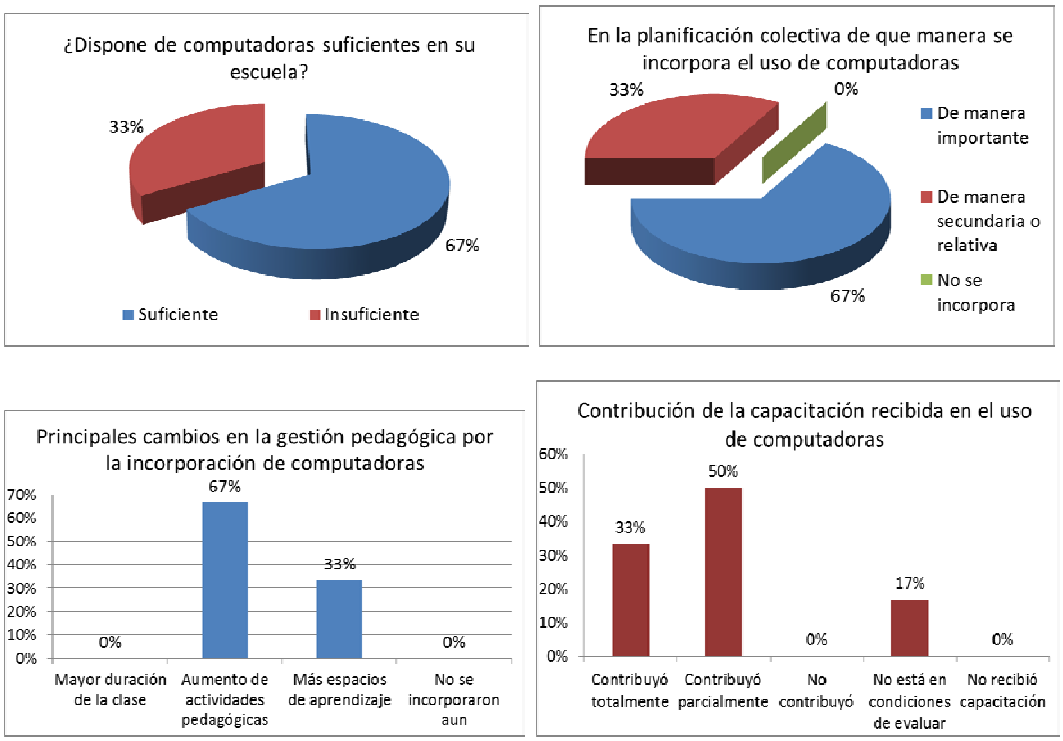


Figura 2. Encuestas a docentes, autoridades y capacitadores

La Figura 3 muestra una particularidad. En la única escuela rural encuestada, el 100% de los alumnos dispone de computadora, mientras que en una escuela urbano-periférica el 76% de los encuestados responde que no posee computadora en la escuela.

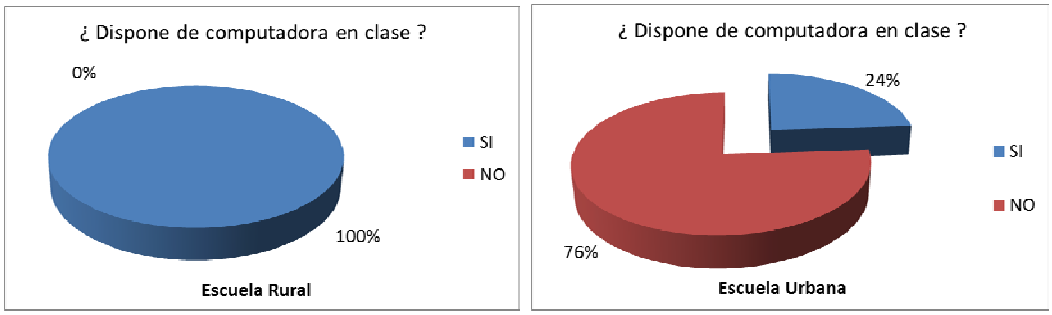


Figura 3. Escuela rural comparada con escuela urbana

La Figura 4 muestra otro caso particular. En la escuela urbana de gestión pública, el total de los alumnos responde que la computadora se emplea solo en algunas materias o en ninguna. Ninguno de los alumnos contesta que se utilice en todas las materias, situación que no se observa en las otras escuelas.

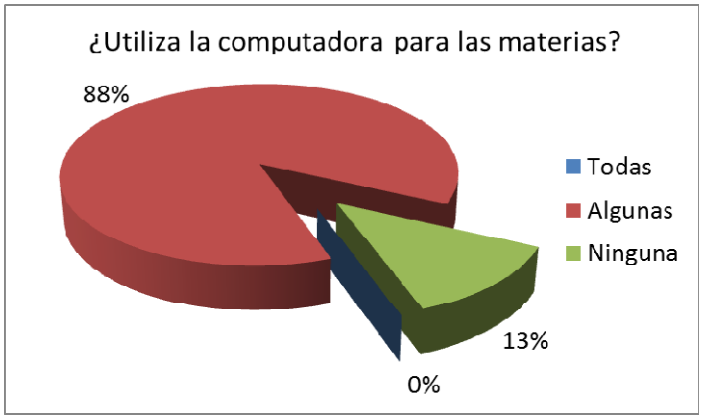
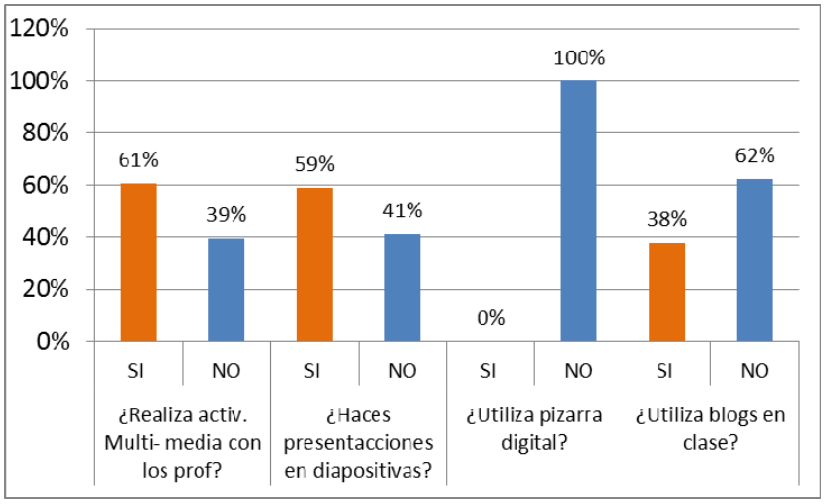


Figura 4. Uso de la computadora en una escuela pública urbana

Finalmente, la Figura 5 muestra un resumen del uso que los estudiantes hacen de los recursos considerados parte del nuevo paradigma "computación en la nube" (Cloud Computing). La mayoría realiza presentaciones en diapositivas o actividades multimedia, sin embargo son solo un 38% los alumnos utilizan blogs, -considerada como la más relevante actividad participativa- y ninguno de los ellos tuvo oportunidad de emplear pizarra digital.



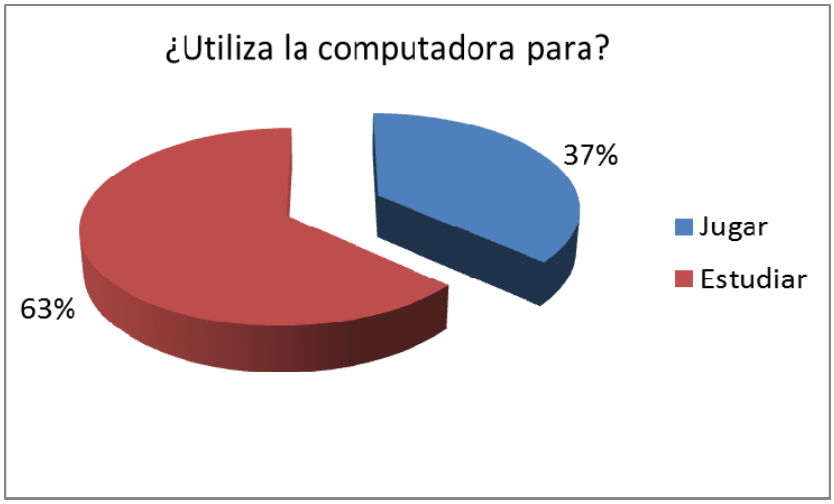


Figura 5. Uso de los recursos Web 2.0

Conclusiones

Catamarca como gran parte de las provincias recibe del estado nacional, las netbooks pertenecientes al programa Conectar Igualdad. Este programa pretende que tanto docentes como alumnos de la provincia se integren a las nuevas tecnologías. El gobierno provincial junto con el nacional intentan capacitar a docentes y alumnos en este proyecto. Es muy fácil

concluir que la capacitación no resulta suficiente con solo ver las encuestas y analizar las entrevistas realizadas al cuerpo institucional. Todas marcan que el acceso a equipos y a la red Internet no es superior al 65%. Del grupo que accede a las Netbook, solo una cuarta parte declara haber desarrollado acciones referidas a la educación 2.0. Esa minoría es claramente marcada por datos que son relevantes en este informe.

¿Es posible que con todas las herramientas informáticas educativas con las que cuentan los docentes, los jóvenes usen la computadora para jugar? La respuesta está representada en la Figura 5 y esto se debe probablemente a aburridos planes de clase donde solo se les enseña el paquete office cuyo manejo ya tienen incorporado.

Del análisis de las entrevistas realizadas, podemos concluir que a pesar de los esfuerzos de muchos docentes y de las buenas intenciones de parte del Estado Nacional, aún queda mucho por hacer sobre todo en materia de capacitación docente.

La innovación es baja en lo académico y esto no se modificará mientras haya instituciones que no tomen consciencia de que los alumnos están ávidos de conocimientos informáticos y que necesitan de un cuerpo docente capacitado y responsable que los lleve a alcanzar sus metas a futuro.

Bibliografía

Cardona Ossa, Guillermo (2001) - Educación virtual y necesidades humanas - Revista Digital Contexto educativo, N°16 – Colombia.

Oriol, Nicolás (2004) - Metodología cuantitativa y cualitativa en la investigación sobre la formación inicial del profesorado de educación para primaria – Revista Electrónica Complutense – Vol.1 – N°3 – Universidad Complutense de Madrid.

Rodríguez Hernández, Ariel (2012) - EDUCACION EN LA NUBE "CLOUD EDUCATION" LA EDUCACION A DISTANCIA DEL SIGLO XXI - Grupo de Investigación TICA Tecnología, Investigación y Ciencia Aplicada - Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Scolari Carlos, Kuklinski Hugo Pardo – (2006) - WEB 2.0 CAOS CONCEPTUAL Y NUEVOS MITOS EN EL DISCURSO CIBERCULTURAL - Grupo de Trabajo: Cibercultura y nuevas tecnologías de la información. IX Congreso IBERCOM Sevilla-Cádiz.

Webgrafía

Berners-Lee, Tim (1996). - On simplicity standards and intercreativity. The W3C Team World Wide Web Consortium - Journal 3 - http://rugmd4.chem.rug.nl/hoesel/tbl-int.html

Gómez, Daniela (2010) – ENFOQUE CUALITATIVO Y CUANTITATIVO - http://metodologiadelainvestigacion.lacoctelera.net/post/2010/05/20/enfoque-cuantitativo-y-cualitativo

Negroponte, Nicholas (2007) - Entrevista a Nicholas Negroponte, diario El Mercurio – Santiago de Chile - http://www.fernandoflores.cl/node/1846

Real García, José (2010) - Universidad Autónoma de Madrid. Educación en "la nube" - www.raco.cat/index.php/DIM/article/download/166858/218927

APENDICES

ENCUESTA PARA ALUMNOS

Las encuestas son anónimas. No escriba su nombre. No firme la encuesta. Conteste solamente cuando esté seguro de la respuesta. Por favor conteste solo la verdad.

1) Edad: .....

2) Sexo: Mujer ☐ Hombre ☐ (*Indique con una cruz)

3) Nombre del centro educativo en el que estas estudiando:

.....

4) ¿Dispones de computadora en tu clase? Si ☐ No ☐

5) ¿Utilizas la computadora para...?

Todas las materias ☐ Algunas materias ☐ Ninguna materia ☐

¿Tienen acceso al uso de Internet en la escuela? Si ☐ No ☐

6) ¿Utiliza la computadora en clase para...?

Jugar ☐ Estudiar ☐

7) Opiniones de los estudiantes sobre el uso de la computadora en el aula

Aprende mejor cuando usa la computadora en clase ☐

El rendimiento escolar ha mejorado gracias al uso de la computadora ☐

11) ¿Realizas actividades multimedia con tus profesores? Si ☐ No ☐

12) ¿Realizas presentaciones de diapositivas en clase? Si ☐ No ☐

13) ¿Utilizas pizarra digital en clase? Si ☐ No ☐

14) ¿Utilizas los blogs en clase? Si ☐ No ☐

ENCUESTA PARA DOCENTES

Las encuestas son anónimas. No escriba su nombre. No firme la encuesta. Conteste solamente cuando esté seguro de la respuesta.

Edad: .....

Sexo: Mujer ☐ Hombre ☐ (*) Elija solo una opción con una x

1) ¿Cuáles son los principales cambios provocados en la gestión pedagógica con la incorporación del uso de computadoras e internet en esta escuela?
   a. Incremento de duración de las clases ☐
   b. Aumento del desarrollo de actividades pedagógicas entre profesores ☐
   c. Aumento del uso de los espacios de aprendizaje por parte de los alumnos (aula de informática, biblioteca, etc.) ☐
   d. No se incorporaron todavía ☐
2) Sobre la disponibilidad de computadoras en esta escuela, se puede afirmar que es:
   a. Suficiente ☐
   b. Insuficiente ☐
3) ¿Cuántos de ustedes consideran que la formación y/o capacitación recibida en el uso de computadoras e internet contribuyó a mejorar su práctica docente?
   a. Contribuyó totalmente ☐
   b. Contribuyó parcialmente ☐
   c. No contribuyó ☐
   d. Recibí capacitación, pero como no utilizo, o utilizo poco, computadoras e internet en mi práctica docente, no estoy en condiciones de evaluar ☐
   e. No recibí ninguna capacitación en el uso de computadoras e internet ☐
4) En los momentos en que se realiza la planificación colectiva de las acciones pedagógicas que se implementarán en la escuela ¿de qué forma aparece el uso pedagógico de computadoras e internet?
   a. Aparece de forma importante/destacada ☐
   b. Aparece de forma secundaria/sin destacarse mucho ☐
   c. No aparece ☐

Las Imágenes Digitales y la Práctica Experimental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología. Una Indagación Bibliográfica

Javier Martín; María Andrea González.

Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

jmartin.cba@gmail.com

Resumen

En este trabajo se exponen los resultados de realizar un estudio sistemático de la aparición de la temática vinculada a la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en general y de las imágenes digitales como sistema de adquisición de datos en las practicas experimentales vinculadas con la enseñanza de las ciencias naturales y la tecnología particularmente en el ámbito de la investigación y la innovación educativa.

Palabras Clave: TICs; Imagen digital; Publicaciones científicas; Enseñanza de la Física.

Introducción

Los grandes cambios en la cultura del conocimiento vienen asociados a importantes innovaciones tecnológicas. Veamos algunos ejemplos: La imprenta de tipos móviles introducida en Europa por Gutember hacia el año 1450 que permitió difundir el conocimiento entre aquellas personas que sabían leer. Muchos años después las telecomunicaciones, el telégrafo y el teléfono primero y radio y la televisión después, permitieron la transmisión de información instantáneamente entre dos punto cualquiera del planeta. Finalmente en la segunda mitad del siglo pasado con la popularización de los ordenadores personales y más recientemente con la aparición y el crecimiento exponencial de Internet, el conocimiento ha pasado a estar distribuido y la información es un bien al que masivamente se tiene acceso (Martin, 2010).

Actualmente las TICs agrupan los elementos y las técnicas utilizadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, principalmente informática, por Internet y/o telecomunicaciones, que hacen referencia a la utilización de medios para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información con diferentes finalidades. (Murillo Ramón, 2099). En nuestro tiempo han llegado a ser herramientas cuyo uso está ampliamente difundido en la sociedad, nos movemos en un mundo cada vez más virtual y mediado por la tecnología (Carrasco Dávila, 2008).

Desde el punto educativo, Coll, et al., 2007 propone que la utilización combinada de las tecnologías multimedia e

Internet hace posible el aprendizaje prácticamente en cualquier escenario (la escuela, la universidad, el hogar, el lugar de trabajo, los espacios de ocio, etc.); lo cual estaría delineando nuevas maneras de aprender y creando, al mismo tiempo, necesidades innovadoras para las que debemos estar preparados a enfrentar.

Si bien diversos autores discuten acerca de la existencia de una real relación entre la calidad de los aprendizajes (Twining, 2002; Jonassen, et al., 2003; Coll, et al., 2007; Martín y González, 2013), es innegable que las TICs han abierto, desde hace ya varios años, un abanico de posibilidades, potencialidades y desafíos en diferentes contextos educativos. Al respecto, puede decirse que la diversidad de herramientas que son capaces de ofrecer favorece el diseño de múltiples y variadas estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Dentro de estas herramientas ocupan una posición destacada los sistemas electrónicos de captura y almacenamiento de imágenes y películas en formato digital, que, sospechamos, aún no han sido suficientemente investigados en todas sus posibilidades como sistema de adquisición de datos para las prácticas experimentales vinculadas con la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología

Es innegable el impacto que las TICs tienen en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, sin embargo la investigación y más aún la innovación educativa, parecen ir por detrás de los adelantos que propone el sector tecnológico y rara vez son las demandas educativas las que dirigen el vector del cambio tecnológico. (Martin y González, 2013). Esta situación nos llevó a realizar un estudio sistemático de la aparición de la temática vinculada a la utilización de las imágenes digitales como sistema de adquisición de datos en las practicas experimentales vinculadas con la enseñanza de las ciencias naturales y la

tecnología durante los últimos nueve años, con el objeto de medir el impacto de estos temas en dichas revistas que son frecuentemente utilizadas como fundamento en el ámbito de la investigación y la innovación educativa.

Propósito del trabajo

Realizar un estudio sistemático de la aparición de temas vinculados con las TICs en general y sobre las prácticas experimentales que utilicen imágenes o películas digitales como sistema de adquisición de datos en particular, en publicaciones vinculadas con la investigación en enseñanza de las Ciencias Naturales y la Tecnología

Materiales y Métodos.

Se desarrolló una búsqueda en Internet con la intención de relevar cuales de las publicaciones que se utilizan frecuentemente en el ámbito de la investigación en enseñanza de la Ciencias Naturales y la Tecnología tienen disponible por lo menos su título y el resumen en línea (on line). A partir de esta búsqueda se seleccionaron para realizar este trabajo las publicaciones que figuran en la Tabla I.

Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas ISSN 0212-4521 (http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza)
Revista de Enseñanza de la Física ISSN 0326-7091 (papel) - ISSN 2250-6101 (en línea) (http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/ojs/index.php/revista)
Revista Electrónica de Investigación Educativa (REDIE) ISSN 1607-4041 (http://redie.uabc.mx)
Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales ISSN : 1133-9837 (http://alambique.grao.com)
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC) ISSN 1579-1513 (http://www.saum.uvigo.es/reec)
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC) ISSN 1850 – 6666 (http://reiec.sites.exa.unicen.edu.ar)

Tabla I: Publicaciones.

A partir de las publicaciones que figuran en la Tabla I se consignó para cada número el año de la publicación, la cantidad total de artículos (artículos totales), la cantidad de artículos que tratan temáticas Tis (artículos TICs) y la cantidad de artículos que usan imágenes o películas digitales como medio para adquirir datos de la realidad y el año de publicación. A los efectos de registrar y la sistematizar de los resultados se creo una base de datos a partir planilla de cálculo en Excel, la cual facilito el procesamiento estadístico de toda la información obtenida y la presentación los resultados en forma de tablas y gráficos.

Publicación	Artículos
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	268
Revista de Enseñanza de la Física	74
Revista Electrónica de Investigación Educativa	160
Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales	390
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	309
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	80
Total	**1281**

Tabla II: Artículos.

Datos y Resultados

Se procesaron un total de 1281 artículos distribuidos como se detalla en la Tabla II. De estos artículos solo 98 trataban temáticas vinculadas con las TICs en general (Tabla III).

Publicación	Artículos
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	17
Revista de Enseñanza de la Física	12
Revista Electrónica de Investigación Educativa	16
Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales	28
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	18
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	7
Total	**98**

Tabla III: Artículos TICs.

y solo dos abordan la temática particular sobre la utilización de imágenes o películas digitales como herramienta para la adquisición de datos de la realidad (Tabla IV).

Publicación	Artículos
Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	0
Revista de Enseñanza de la Física	1
Revista Electrónica de Investigación Educativa	0
Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales	0
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	0
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	1
Total	**2**

Tabla IV: Artículos sobre películas digitales.

En cuanto a la distribución de estos artículos en relación con el año de su publicación resulta lo que figura en la Tabla V.

Conclusión

Si bien como se destacó en la introducción las TICs parecen ser un campo en expansión dentro de la educación en general y en la Educación en Ciencia Naturales y Tecnología en

particular, resulta paradójico que, de acuerdo al estudio realizado en seis publicaciones especializadas entre los años 2004 y 2012, las TICs son aún un tema poco investigado si tomamos como referencia los artículos publicados. En el período analizado sólo un 7,65% de los artículos publicados en las revistas mencionadas en la Tabla I correspondían a temas vinculados con las TICs (Figura Nº 1).

Año	Artículos		
	Total	TICs	Imag. Virt.
2012	135	10	0
2011	144	17	1
2010	155	13	0
2009	172	15	0
2008	151	12	0
2007	157	4	1
2006	148	18	0
2005	126	5	0
2004	93	4	0
Total	**1281**	**98**	**2**

Tabla V: Año de publicación

Más escasos son los resultados obtenidos al estudiar la aparición de artículos que tratan sobre la incorporación de las imágenes digitales o las películas digitales como sistemas de adquisición de datos en la práctica experimental ya que de los 91 artículos que tratan sobre temáticas TICs solamente se

encontraron dos artículos que aborden esta temática, un 4,08% de los artículos que tratan sobre TICs (Figura Nº 2) lo que equivale a un 0,16% del total de artículos relevados).

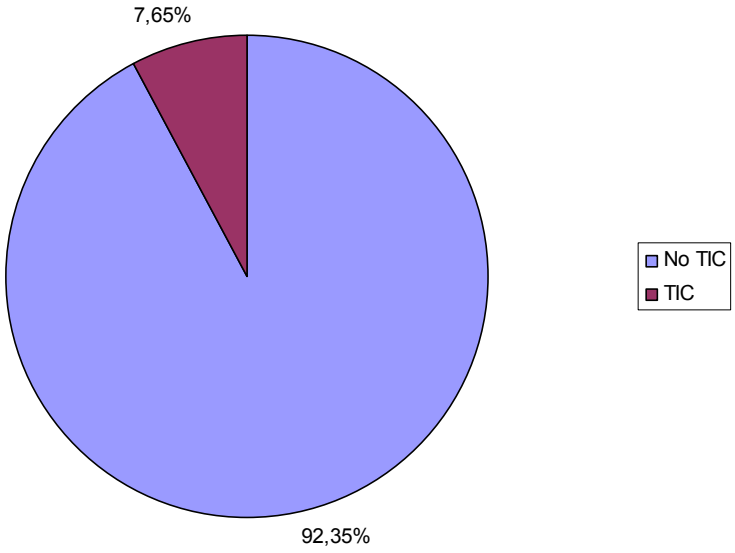


Figura Nº 1: Proporción de artículos que tratan sobre TICs.

Este último resultado sorprendente frente a lo que cabria esperar ya que la disminución de costos, la popularización de los medios digitales para adquirir imágenes y videos (cámaras fotográficas, filmadoras, teléfonos celulares, etc.) y de la proliferación de programas para computadores (Movie Maker, Tracker, Geogebra, VLC, etc.) que se pueden utilizar gratuitamente para procesar digitalmente las imágenes y extraer la información útil.

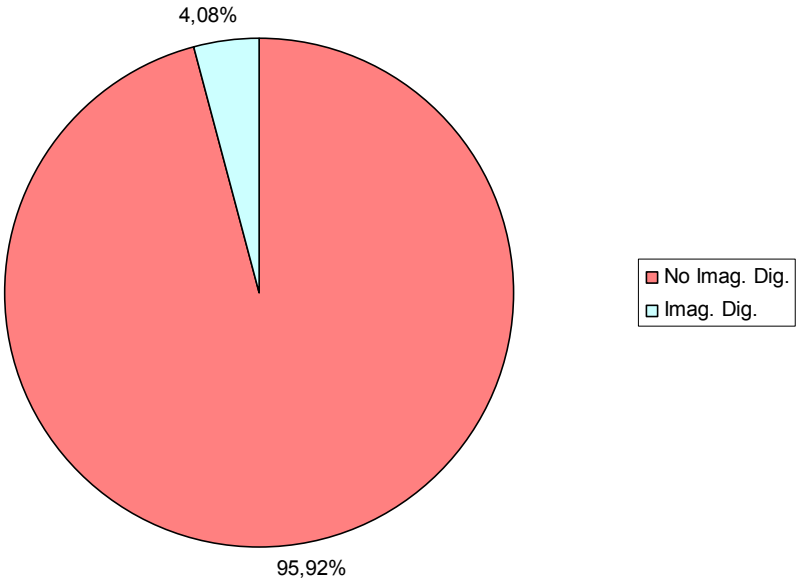


Figura Nº 2: Proporción de artículos TICs que tratan sobre imágenes digitales

Este breve análisis pone de manifiesto que es mucho lo que se habla sobre las TICs pero es verdaderamente poco lo que se investiga sistemáticamente; lo cual, se traduce en una baja taza de publicación de trabajos vinculados a esta problemática. Al respecto, Coll, et al., 2007 plantea que los argumentos en favor de la incorporación de las TICs a la educación forma y escolar devienen en realidad un axioma que o bien no se discute, o bien encuentra su justificación última en las facilidades que ofrecen para implementar unas metodologías de enseñanza o unos planteamientos pedagógicos previamente establecidos y definidos en sus lineamientos esenciales.

En este contexto, algunos autores (Carneiro, et al., 2009) proponen indagar cómo, hasta qué punto y bajo qué circunstancias y condiciones las TICs pueden llegar a modificar las prácticas educativas a las que se incorporan

Finalmente cabe destacar que, ante interrogantes tales cómo: ¿Transformarán radicalmente las nuevas tecnologías la manera en que tiene lugar la educación?; ¿cuál es el papel que corresponde cumplir a la escuela?; ¿están las instituciones educativas suficientemente preparadas para asumir el reto tecnológico y formar a las futuras generaciones?; solo se nos ocurre una respuesta que plantee la importancia consolidar un campo de investigación educativa que tienda a profundizar y avanzar en investigaciones orientadas hacia la utilización de las TICs como recursos educativos en los contextos escolares.

Bibliografía

Carneiro, R.; Toscano, J.C., Díaz, T. (2009). **Los desafíos de las TIC para el cambio educativo**.Colección Metas Educativas.OEI/Fundación Santillana, Madrid, pp. 181.

Carrasco Dávila, A. (2008). **Las TICs en la Educación**, en Jornadas Virtuales del Instituto Superior Joaquín V. González. Ponencia. 2008.

Coll, C., J. Onrubia, y T. Mauri, T. (2007), **Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes**. *Anuario de Psicología*, 38(3), pp. 377-400.

Jonassen, D. H., J. Howland, J. Moore, y R. M. Marra (2003). **Learning to solve problems with technology: a constructivist perspective**. Upper Saddle River, N.J.: Merrill Prentice Hall.

Martín, J. y González M., (2013). **Impacto de la temática relacionadas con aulas virtuales en publicaciones científicas vinculadas a la educación en ciencias y tecnología.** *I Jornadas Nacionales y III Jornadas de Experiencias e Investigación en Educación a Distancia y Tecnología Educativa http://www.unc.edu.ar/estudios/programas-saa/proed/Servicios/capacitacion/jorna-das/2013*.

Martín, J. y Capuano, V. (2010). **Las simulaciones: una herramienta que nos ofrecen las tics para enseñar y aprender ciencia**. *Memorias de las Jornadas del Departamento de Física de la F.C.E.F. y N. – U.N.C*. ISBN 978-987-28600-4-2 PP 55-58.

Murillo Ramón, J. y Marcos Lorenzon, G. (2009). **Un modelo para potenciar y analizar las competencias Geometricas y comunicativas en un entorno interactivo de Aprendizaje**. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol.: 27 Núm.: 2. ISSN paper: 0212-4521.

Twining, P. (2002). **"Describing computer use in education: introducing the Computer Practice Framework (CPF)"**, The British Educational Research Journal, Due, Enero, 2002, y B. Fox y P. Twining, "Comparing Perspectives on the Role of ICT in Education"

Lo Laborioso de Aprender: Análisis de Participaciones en Situación de Aula Real.

Baudino, Nicolás[1]; Coleoni, Enrique[1,2]

1: Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba.

2: Instituto de Física Enrique Gaviola, CONICET.

nicoluzbelito@gmail.com

Resumen

El presente estudio analiza las intervenciones de estudiantes de un curso introductorio de Física universitaria en situación de aula real. El análisis propuesto permite entender detalles del aprendizaje del concepto de aceleración, mediante el uso de la teoría de Clases de Coordinación. Se muestran algunos resultados que permiten entender la laboriosidad que implica ese aprendizaje así como también la importancia para el docente de poder presenciarlo en clase.

Palabras Clave: Aprendizaje de conceptos; Clases de Coordinación; Interacciones en el aula.

Introducción

Las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, en los primeros años de carreras científicas, son a menudo atribuidas al "salto" que significa pasar de la escuela secundaria a la universidad. En coincidencia con una idea aceptada por la mayoría de los docentes, algunas propuestas de enseñanza desarrollos ponen énfasis en la importancia de la participación activa del estudiante en las tareas de resolución en el aula como elemento central (Benegas, 2007; Beatty & Gerace, 2009; Barbosa, 2008) Estos trabajos muestran de manera incuestionable que efectivamente, las clases de tipo participativo tienen como resultado un mejor desempeño final de los alumnos, lo cual es generalmente valorado mediante el incremento relativo del desempeño antes y después de la instrucción. Aún así, esos análisis no indagan acerca de los mecanismos mediante los cuales son afectados los procesos de aprendizaje de los estudiantes durante este tipo de instrucción.

Sobre el supuesto aceptado de que las clases participativas son más eficientes para promover aprendizajes, en la Facultad de Matemática, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba se ha implementado ya durante dos años una modalidad de enseñanza que ha recibido el nombre de "teórico-prácticos". En ella, los docentes son instados a cambiar una enseñanza de tipo expositivo por una en la cual los alumnos participan más activamente y discuten en grupo situaciones problemáticas. En este contexto, este trabajo indaga sobre las características de los aprendizajes de los alumnos. Nos

preguntamos, en primer lugar ¿por qué se puede esperar mejores oportunidades de aprendizaje en actividades de tipo participativo? Al mismo tiempo nos propusimos mostrar lo que un docente gana respecto al conocimiento del proceso de aprendizaje de sus estudiantes, en esta modalidad de enseñanza.

La Teoría de Clases de Coordinación

Un supuesto que subyace al análisis que se abordará, es que la actividad de resolución de problema constituye un entorno fértil para el aprendizaje conceptual. Recurrimos a la Teoría de Clases de Coordinación, propuesta originalmente por diSessa y Sherin (1998). Esta ha sido utilizada para estudiar, en situaciones de laboratorio, cómo los estudiantes aprenden diferentes conceptos como fuerza en mecánica (diSessa y Sherin, 1998), tiempo propio en relatividad especial (Levrini y diSessa, 2008), oscilación armónica (Parnafes, 2005) y la ley de los grandes números en estadística (Wagner, 2006). En esta instancia nos proponemos entender mejor las características del aprendizaje del concepto de aceleración, en una situación de aula real, y en el contexto de enseñanza natural que los estudiantes vivenciaron durante el curso de la Asignatura Física General I, correspondiente a carreras de Licenciatura y Profesorado de Física.

Esta teoría está enmarcada en una visión de conocimiento denominada "sistema de conocimiento complejo". Los conceptos son modelados como un sistema complejo que coordinan la activación y uso de una importante cantidad de elementos de acuerdo al contexto. Aprender un concepto es entonces el proceso de aprender a reclutar y coordinar una gran cantidad de elementos manejados previamente por los

estudiantes. La teoría se enfoca en las relaciones entre los diferentes elementos que tienen lugar *dentro* de un concepto.

Según Levrini y diSessa (2008) "La función central que une a todos los diferentes elementos de una clase de coordinación es *permitir a la gente leer un tipo particular de información* de la gran variedad de situaciones en las que el concepto es útil en el mundo real". El término "leer" debe entenderse como relevar y obtener de cada situación cierta y determinada información. Por ejemplo: el concepto de fuerza puede modelarse como una clase de coordinación. Cada vez que debemos "utilizar" este concepto, debemos relevar de la situación en cuestión cierta información característica y distintiva, como la dirección de la fuerza, el sentido, el agente que ejerce la fuerza. Un punto central en esta mirada teórica es que diferentes contextos o situaciones pueden requerir distintos procesos y estrategias para obtener la misma información distintiva de la clase.

Proyectando clases de coordinación

Cada vez que "utilizamos" una clase en un contexto particular, evocamos de nuestro conocimiento previo ciertos y determinados elementos. Cada uno de éstos recibe el nombre de *elemento distribuido*, dado que no están asociados unívocamente a una clase, sino que son coordinados en cada contexto para conformar una *proyección* de la clase. Es decir, la Clase de Coordinación, toma la forma de una proyección particular en cada contexto, para llevar adelante la función esencial de obtener la información distintiva. Cuando ese proceso es satisfactorio, esa proyección está *alineada*. Cada instancia en la cual un sujeto proyecta una clase es una oportunidad de

aprendizaje, ya que el sujeto coordina ciertos y determinados elementos distribuidos para conformar una proyección particular. Proyectar una clase es un proceso personal, pero se ha encontrado (Levrini & diSessa, 2008) que las definiciones que los estudiantes manejan de un concepto sirven como plataforma para elegir qué elementos serán coordinados en cada proyección. De esta manera, es posible encontrar en cada proyección huellas de la definición que orientó la coordinación de sus elementos.

Articulando proyecciones

La descripción teórica adoptada permite entender a la tarea de aprender un concepto como la de proyectar la Clase correspondiente en un contexto nuevo, coordinando para ello un particular conjunto de elementos distribuidos. Dado que un sujeto puede realizar diferentes proyecciones según la definición que orienta a cada una de ellas, para una situación dada puede surgir más de una proyección. La misma Clase de Coordinación, proyectada de dos maneras diferentes, puede involucrar la coordinación de un conjunto distinto de elementos distribuidos. Una instancia importante de aprendizaje es la asegurarse que estas llevan al mismo resultado. Esto nos lleva a una manera más sofisticada de alinear: articular proyecciones, es decir, "ver" que es la misma información distintiva la que se obtiene por procesos diferentes.

Metodología

El estudio que se abordará será de tipo cualitativo, en la modalidad "estudio de caso". Los registros audiovisuales se

obtuvieron de las clases de la asignatura Física General I, con el correspondiente consentimiento de los alumnos y el docente a cargo, mediando además el compromiso de que dichos registros servirían únicamente al propósito del análisis y no serían puestos a disposición de nadie más para ningún tipo de reproducción de los mismos, ni tendrían injerencia alguna en la acreditación del rendimiento académico de los estudiantes.

Más allá de las limitaciones (la falta de generalización), la metodología del estudio de caso resulta particularmente atractiva para el estudio que se propone, ya que permite ver con detalle y profundidad los mecanismos que operan de manera dinámica en el entorno.

La elección de esta metodología, junto con las características de la teoría propuesta, conforma una combinación adecuada para observar y comprender detalles del aprendizaje que tiene lugar en un entorno de aula real.

El Análisis

La resolución de una situación problemática involucra numerosas tareas cognitivas, que incluye hacerse preguntas, entender el funcionamiento de un sistema, relacionar conceptos y utilizar procedimientos. Durante esa tarea, el "uso" de un determinado concepto implica la proyección de la clase correspondiente en el contexto particular. Para este análisis, se hará foco en una clase de coordinación en particular (aceleración) dado que es la que resulta más relevante en el análisis de los datos.

Lo que vamos a ver es cómo los estudiantes van a utilizar distintas definiciones de aceleración, y por ende van a proyectar de manera distinta la clase.

En nuestro caso hemos detectado que los estudiantes proyectan la Clase desde dos definiciones distintas de aceleración.

- La aceleración correspondiente a movimientos circulares, es decir $a_c=V^2/R$. En los casos de movimiento circular uniforme, la aceleración centrípeta será igual a la aceleración total.
- La aceleración definida a partir de la segunda ley de Newton, es decir, como el cociente entre la sumatoria de las fuerzas dividida la masa.

A un experto (es decir un docente o un estudiante avanzado) no le es difícil obtener una proyección alineada a partir de cualquiera de estas dos definiciones, haciendo la salvedad que la primera sólo se cumple cuando el movimiento es circular. Más aún, un experto puede articular estas proyecciones, es decir, ver explícitamente la relación entre ellas. No solamente puede obtener a partir de cualquiera de ellas la información distintiva de la clase, sino que además puede hacer un análisis metaconceptual que le permite verlas como "lo mismo". Pero para un estudiante que tiene un span acotado, esa articulación resulta dificultosa, según Levrini y diSessa *"la percepción de unidad de diversas proyecciones es un paso metaconceptual esencial en el aprendizaje de un nuevo concepto"* (Levrini & diSessa, 2008)

En el análisis de datos describiremos diferentes proyecciones que surgen entre los estudiantes. Esta situación de coexistencia nos lleva a describir el proceso que los estudiantes deben llevar a cabo para articularlas. Como se verá, este proceso no es trivial para los estudiantes. Finalmente describiremos cómo el acceder a esta información sobre el proceso de coordinación

que los estudiantes llevan a cabo, permite al docente, al final de la clase intervenir en sintonía ante esta multiplicidad de "miradas" (proyecciones) de los estudiantes, en su condición de "actor privilegiado" en esa instancia de aprendizaje.

Resultados

El objetivo del docente para la clase analizada es relacionar el concepto de aceleración centrípeta aprendido por los estudiantes en el curso de Introducción a la Física con la segunda ley de Newton que es contenido de Física General I.

La situación planteada

El docente les muestra a los estudiantes un video en donde un astronauta explica que debido al rozamiento, hay que encender los motores de la nave periódicamente. Les propone la siguiente cuestión: "¿por qué los astronautas necesitan corregir la velocidad?".

Describir analíticamente el problema de la aceleración del transbordador involucra hacer una serie de aproximaciones de modo tal de tener un problema resoluble con las herramientas de un curso de Física General I. Para entender qué es lo que está pasando, los estudiantes traen, desde distintos contextos ya conocidos por ellos, aquellas proyecciones anteriores que utilizan como "fuente" de elementos útiles para construir una nueva proyección. Es importante notar que el análisis que proponemos pasará por lo que los estudiantes entienden, independientemente de cuán completa o incompleta sea su descripción. Pretendemos mostrar la riqueza de los procesos de razonamiento de los

estudiantes y hacia el final del trabajo, cómo esto permite una intervención del docente más "ajustada" a esos procesos.

Transcripción 1: Movimiento Circular Uniforme.

Marcelo interviene explicando que, si se hace la suposición de que la órbita es completamente circular y el módulo de la velocidad constante, entonces se pueden utilizar los conocimientos adquiridos en Introducción a la Física. En la transcripción siguiente lo vemos en interacción con Gerson, Leandro F y el Docente.

20:00 [3]

Marcelo: *Cuando está en órbita, si está en órbita uno está de acuerdo en algo... y es que se mantiene la velocidad, o sea el módulo de la velocidad... constante..si? en eso tenemos que estar de acuerdo...*

Marcelo: *...la única aceleración entre el transbordador y la tierra... es la aceleración centrípeta ¿si?*

Leandro F*: ¿Aceleración normal?*

Marcelo: *Centrípeta o... en introducción algunos lo llamaban normal, otros... en el apunte figuraba normal*

Leandro F: *Es la gravedad*

Marcelo: [a Leandro F] *Ehh... no, no es tan así... no importa... no, no <u>NO ES</u>... Entonces... es la única aceleración que tenemos, para que sea la única... o sea, siempre tenemos... y eso*

[3] Vamos a poner antes de cada transcripción el tiempo transcurrido desde el comienzo de la grabación, que coincide con el comienzo de la clase.

hace que el transbordador vaya a girar, o sea, siempre tenés esa aceleración empujándolo... hacia el centro de la tierra.

Marcelo comienza suponiendo que para que el satélite esté en órbita la velocidad tiene que mantenerse constante. Él menciona ésto como una condición que asume se cumple: "*se mantiene la velocidad, o sea el módulo de la velocidad... constante… si? en eso tenemos que estar de acuerdo...*"/"*yo considero (...) de que la rapidez del trasbordador, el módulo de la velocidad, se mantiene constante. Entonces si se mantiene constante la única aceleración que tenemos, es ésta*". En ese caso, la única aceleración será la centrípeta "*al mantenerse constante, la única aceleración (...) es la aceleración centrípeta*". Está haciendo referencia a una característica de la aceleración propia del movimiento circular uniforme, es decir que la aceleración total es igual a la aceleración centrípeta. Esto nos indica que está construyendo una proyección sobre la base de aceleración centrípeta dada como un vector normal a la velocidad y coincidente con la aceleración total. Esta definición de aceleración está guiando su proyección.

Por otro lado, vemos que cuando Leandro F acota que la aceleración normal es la gravedad, Marcelo responde "*no, no es tan así... no importa... no, NO ES*". ¿Por qué Marcelo es tan enfático en señalar que esa aceleración NO ES la gravedad? Entendemos que su proyección de aceleración se ha construido con elementos que son facilitados por las definición de aceleración, mencionadas en el párrafo anterior. La idea de que la aceleración sea la gravedad, implica para Marcelo incorporar una relación (entre aceleración y fuerza de interacción gravitatoria) que no está presente en su proyección, y que además resulta innecesaria para él: el ya está satisfecho con la

idea de aceleración que ha entendido. Su énfasis en desestimar la idea de Leandro F se entiende al advertir que ese elemento no está presente en su proyección y resulta innecesario.

Transcripción 2: La caída de los cuerpos y la órbita de los satélites.

En la siguiente transcripción veremos el razonamiento explicitado por un estudiante, Leandro F. Leandro comparte este razonamiento con el grupo en un intento de entender qué implicaciones tiene el hecho de decir que el satélite "esté en órbita".

33:20

***Leandro F**: Supongamos la Tierra... y y... imaginemos que está a la misma altura del transbordador... yo quiero ver si hay una relación entre la velocidad y... eh... estar o no estar en órbita... ¿debería haber no? ¿por qué debería haber relación entre eso y eso? porque si uno estuviese quieto, con velocidad... cero... me caigo en función de la gravedad, que la gravedad apunta* [dibuja un vector hacia el centro del círculo] *y cae... Si lo lanzo un poquito para adelante, como vimos en los problemas de introducción a la física, yo tengo una torre de hasta allá arriba, muy alta y lo lanzo un poquito para adelante, le doy un cachetazo, lo que fuere..cae... o sea, como si fuera una pequeña parábola... o describe un pequeño arco. Pero s ... lo sigo tirando más fuerte, más fuerte, más fuerte,*

hasta que tiene que haber un momento en el que yo lo tire lo suficientemente fuerte hacia adelante... estee... y esto orbite.

En esta transcripción, vemos a Leandro imaginarse un continuo de situaciones de caída libre en un contexto inventado por él para abordar una pregunta que necesita contestarse: aquella velocidad de módulo constante a la cual orbita un satélite, ¿puede tener cualquier valor? ("*quiero ver si hay una relación entre la velocidad y... eh... estar o no estar en órbita... ¿debería haber no?")*

Encontramos en la alocución de Leandro elementos que permiten inferir que hay una nueva proyección de aceleración. La aceleración como la consecuencia de la fuerza de gravedad: la interacción que provoca todos los posibles fenómenos de "caída". Él imagina un cuerpo, liberado desde un punto que corresponde a un punto de la trayectoria del satélite. Primero plantea una situación inicial en la cual el cuerpo es liberado desde el reposo y éste "cae" directamente hacia el centro de la Tierra ("*si uno estuviese quieto, con velocidad cero... me caigo en función de la gravedad"* indicando con un gesto una dirección hacia el centro de la Tierra*, "y cae")* Inmediatamente propone un continuo de situaciones iniciales del movimiento, en las cuales el cuerpo es liberado en aquel mismo punto, pero con velocidades iniciales crecientes en la dirección perpendicular a la vertical, es decir, con una velocidad inicial de módulo paulatinamente creciente en la dirección tangente a la trayectoria de un satélite ("*si lo sigo tirando más fuerte, más fuerte, más fuerte, hasta que tiene que haber un momento en el que yo lo tire lo suficientemente fuerte hacia adelante y esto orbite*) En esta proyección, la característica saliente de la aceleración es su condición de ser la consecuencia directa de la acción de la fuerza gravitatoria, es decir $a=F_g/m$.

Transcripción 3: problemas en la articulación

En esta discusión vamos a ver que por primera vez lo estudiantes notan que las proyecciones realizadas los llevan a resultados contradictorios. Veremos que en la discusión ahora también interviene Leandro M:

41:00

***Leandro F**: ¿Por qué se cae si disminuye la velocidad? ¿No podría girar más lento?*

***Docente:** ¿Se entendió la pregunta de Leandro?¿Cuál es la pregunta de Leandro?*

***Leandro M**: Si el cuerpo se va desacelerando,* [por qué permanece en] *una órbita*

***Docente:** Ajá*

***Leandro F:** ¡Claro! ¿Se cae o no se cae?*

***Docente:** ¿Y a vos qué se te ocurre?*

***Leandro M:** Si uno..sigue el...coso sí, se caería*

***Docente:** ¿Por qué?*

***Leandro M:** Y porque en algún momento la velocidad sería menor….se llegaría...se, se hace chica y la centrípeta la mandaría para adentro*

***Leandro F:** ¿Cómo, cómo?*

***Leandro M:** El* [indistinguible] *centro de la tierra*

***Leandro F:** ¿Por qué?*

***Leandro M:** Por la aceleración centrípeta*

Leandro F: *¿La aceleración centrípeta no es la que la hace girar?*

En este momento es que los dos estudiantes están intercambiando opiniones parados desde dos proyecciones diferentes, lo interesante es que Leandro F es el estudiante que desarrolló la proyección de aceleración proveniente de la acción de la fuerza gravitatoria y en este caso su última pregunta *"¿la aceleración centrípeta no es la que la hace girar?"* muestra que está tomando la definición de aceleración en un movimiento circular. Por el contrario vemos que Leandro M asume que la aceleración centrípeta es la gravedad *"Y porque en algún momento la velocidad sería menor (...) se hace chica y la centrípeta la mandaría para adentro"*

Leandro M entiende que con una velocidad menor el cuerpo va a caer, atribuyéndoselo a la aceleración centrípeta, entendida como la gravedad, pero cuando Leandro F le cuestiona el razonamiento *"no es la a_c la que la hace girar?"* duda y no responde. A juzgar por el razonamiento que viene llevando adelante Leandro F, no es que no comparta lo que dice Leandro M, la pregunta parece apuntar a querer que se articulen de forma más concisa estas dos proyecciones. Por su parte, Leandro M sabe cuál es la definición de aceleración centrípeta para movimiento circular uniforme, pero posiblemente las reflexiones anteriores, particularmente la de Leandro F con su ejemplo en la Transcripción 2 le hayan dado la pauta que si la velocidad disminuye, el satélite se caerá.

Transcripción 4: ¿Qué es la aceleración centrípeta?

En este diálogo vamos a ver cómo uno de los estudiantes comienza a utilizar la definición $a_c=V^2/R$, y que al pensar en una velocidad que tienda a cero automáticamente otros dos estudiantes notan una contradicción.

48:10

Fabián: *Si calculamos V que tienda a cero, como la velocidad que tiende a... a cero, vamos a ver también que la aceleración centrípeta tiende a cero*

Docente: *Bueno, no se, fijate a ver si...*

Fabián: *Bueno, ac es* V^2/R

Docente: *Si..y cuál es el problema con eso?*

Fabián: *y cuando tiende a cero, supongamos que en algún momento*

Marcelo: *Qué tiende a cero?*

Fabián: *la aceleración centrípeta*

Marcelo: *Nunca puede tender a cero...*

Leandro F: *Cuál aceleración?*

Fabián *(Mirando a Marcelo y señalando la fórmula en el pizarrón): Cuando la velocidad tiende a cero, si.*

Leandro F*: Pero qué es esa ac es... o sea la aceleración centrípeta que... que tiene por la gravedad, la aceleración centrípeta que debería tener... que... QUÉ ES? Qué se interpreta por ac? o sea, es obvio* [señala la fórmula; inentendible]...

***Docente**: Qué representa ese ac que está...?*

***Leandro F:** Claro, Fabián estaba diciendo que cuando la velocidad, esa al cuadrado baja, entonces a_c también baja. Pero qué es esa a_c en realidad te tengo que preguntar a vos (mirando a Fabián)*

***Fabián**: No sé bien, pero creo que tiene que ver con lo que dieron la clase pasada, que nos explicaron más o menos, que es para calcular la gravedad de un cuerpo que está a una gran distancia de... del... centro de la tierra... pero no me acuerdo bien cuál es la fórmula*

***Docente**: Bueno pero, hay muchos compañeros tuyos que si estuvieron, capaz que si te pueden ayudar.*

Fabián comienza argumentando en base a la ecuación $a_c=V^2/R$, diciendo que si la velocidad disminuye, también disminuirá la aceleración centrípeta. Leandro pregunta "*¿Pero qué es esa ac? es... o sea la aceleración centrípeta que... que tiene por la gravedad, la aceleración centrípeta que debería tener... que... que és? Qué se interpreta por ac?"* Podemos ver que Leandro nota con claridad que se pueden tomar dos definiciones de aceleración centrípeta, pero que arrojan resultados contradictorios si se lleva la velocidad a cero. La pregunta de Leandro es un intento de articular estas proyecciones, de forma tal de poder ver a la aceleración centrípeta como una sola cosa. Este problema de articulación, es notado por varios estudiantes, sin embargo no todos son capaces de explicitar esta contradicción.

Fabián responde *"creo que tiene que ver con lo que vimos la clase pasada, que para calcular la gravedad de un cuerpo, necesitabas la distancia"* después de esto escriben la ecuación F=GMm/R. Vemos que Fabián pasa de estar proyectando en base a una definición para ver la aceleración centrípeta como la gravedad, es decir, implícitamente acepta que la aceleración centrípeta puede no ser la de la definición que ellos tenían ya que la gravedad no disminuirá cuando disminuya la velocidad.

Este es un momento crucial al momento de expandir la Clase de Coordinación: resulta particularmente difícil para un sujeto poner en duda sus conocimientos previos. Dicho de otra forma, ellos anteriormente habían proyectado y alineado la Clase de aceleración basándose en la definición de $a_c=V^2/R$, en este nuevo contexto han puesto en riesgo esas proyecciones alineadas, y debido a la característica del problema han llegado a un punto en que tienen que cuestionarse si la aceleración centrípeta efectivamente es V^2/R como habían visto hasta ahora.

Transcripción 5: Cierre

En los últimos veinte minutos del registro, el docente toma mayor protagonismo, vamos a ver cómo utiliza lo expuesto por los estudiantes para hacer un cierre intentando que a los estudiantes les resulte coherente con todo lo que ellos plantearon.

1:16:24

***Docente**: A ver, pensemos en un problema de Introducción, si yo tenía un movimiento circular uniforme. ¿Si? de radio R, ¿no? se acuerdan que planteábamos que:*

$$\vec{r} = R(\cos\theta; sen\,\theta)$$

¿Se acuerdan de eso? Derivábamos una vez, derivábamos otra vez, bla bla bla. ¿si? y haciendo esa cuenta sacábamos que la aceleración normal tenía un módulo ¿Cuánto?

***Leandro F**: Señala* $a_c=V^2/R$

***Docente**: Vos mismo lo escribiste. Bien. Si ahora... acá nunca nos preguntamos cómo es que se las arreglaba, lo que hacía esto para que el movimiento sea circular. Nosotros ahora sabemos que las aceleraciones no se producen porque sí. Se producen por qué razón, por fuerzas... entonces la pregunta que estamos planteando es*

***Leandro F**:* [interrumpiendo] *¡Aaaaah!*

***Docente**: ¿Qué pasó?*

***Leandro F**: La interacción ya está dada, ya es constante, ya se sabe que no varía entonces podemos calcular qué... qué aceleración tiene, qué aceleración produce* [inentendible] *dividiendo por la masa... yyy... después vemos que esa aceleración debería ser la aceleración centrípeta que está ahí (*$a_c=V^2/R$*) y que está relacionada con la velocidad y el radio de la órbita, que lo sabemos... y sale la velocidad*

Desde nuestra mirada de las transcripciones a través de los procesos de alineamiento, coordinación de elementos

distribuidos y articulación, podemos entender por qué resultó útil para el docente haber pasado algo más de una hora escuchando los razonamientos de los estudiantes, aún cuando para ello tuviera que "acompañarlos" en ideas que no siempre eran del todo correctas. Vemos que ésto le permitió tener un mejor conocimiento de la variedad de proyecciones que los estudiantes están construyendo, y asistir al complejo proceso de alinearlas y articularlas. Así, se encuentra habilitado para poder, en este cierre, ofrecer una exposición, en la cual está proponiendo una suerte de coordinación de aquellos elementos distribuidos que sabe que los estudiantes han activado al hacer sus proyecciones.

El docente hace un cierre tomando todas las ideas vertidas por los estudiantes y ordenándolas, comienza con la definición de movimiento circular uniforme, haciendo hincapié en que sólo se puede escribir $a_c=V^2/R$ si el radio es constante, y lo une a la noción de aceleración asociada a la fuerza. Como vemos, no dice nada que los estudiantes no hayan dicho antes, solamente ordena todas las ideas para que ellos puedan ver la clase de coordinación de aceleración en sus diversas proyecciones como una unidad.

Conclusiones

Las clases participativas permiten al docente la posibilidad de ver en parte qué es lo que los estudiantes están pensando y de esta forma poder incidir de manera sintonizada a su proceso de aprendizaje.

La teoría en la que nos basamos, nos permitió analizar de forma profunda cómo los estudiantes aprenden un concepto. Pudimos además detallar dos niveles del aprendizaje, uno en el que los estudiantes proyectan la clase de coordinación y otro en

el los estudiantes intentan articular estas proyecciones de forma tal de darles coherencia.

Las distintas de proyecciones que encontramos nos dan la pauta de que los caminos para resolver problemas son distintos en cada estudiante. Incluso el proceso de articulación y alineación ocurre en tiempos diferentes dependiendo de cada estudiante, es por eso que en los registros notamos que sucede a menudo que hay reflexiones vertidas por un estudiante, y que tiempo después son expresadas de forma similar por otro. En ese sentido podemos afirmar que es poco probable que al final de la clase todos los estudiantes hayan proyectado y articulado de la misma forma. Sin embargo podemos asegurar que al menos la mayor parte de ellos ha podido seguir las ideas vertidas por sus compañeros y el docente, y ha salido de la clase con nuevas herramientas que le darán la posibilidad de seguir proyectando y articulando fuera del curso.

También vimos que hasta el momento del cierre, las intervenciones del docente son principalmente para que los estudiantes se explayen, y toma mayor protagonismo al final de la clase para ordenar ideas y dar un cierre coherente.

Para muchos docentes hay una sensación de que en las clases participativas "pierde mucho tiempo", pero el hecho que los estudiantes pasen por el proceso de realizar proyecciones, reclutar elementos, y tratar de articularlas en clase, dan la posibilidad al docente de basar sus acciones en las ideas de los estudiantes, esto le permite asegurarse que lo que está diciendo no les resulte extraño e inentendible a los estudiantes, sino que son aportes para ordenar sus propias ideas.

Referencias

Barbosa, L.H. (2008). Los Experimentos Discrepantes en el Aprendizaje Activo de la Física. *Latin American Journal of Physics Education*. 2 (3), 246-252.

Beatty, I. D. & Gerace, W. J. (2009). Technology-enhanced formative assessment: A research-based pedagogy for teaching science with classroom response technology. *Journal of Science Education & Technology*. 18(2) 146. [DOI: 10.1007/s10956-008-9140-4; http://dx.doi.org/10.1007/s10956-008-9140-4]

Benegas, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física. *Latin American Journal of Physics Education*. 1 (1), 32-38.

Disessa, A., Sherin, B. (1998). What changes in conceptual change?. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1155-1191.

Levrini, O. & A. diSessa (2008). How students learn from multiple contexts and definitions: Proper time as a coordination class. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 4, 010107, 1-18.

Parnafes, O. (2005). The development of conceptual understanding through the use of computer-based representations. *Unpublished doctoral dissertation*, University of California at Berkeley. (http://www.tau.ac.il/~oritpa/dissertation.pdf, accessed June 13, 2013)

Wagner, J. F. (2006). Transfer in pieces. *Cognition and Instruction, 24*(1), 1-71.

Los Libros de Texto Universitarios de Mecánica Cuántica Utilizados en una Institución de Gestión Estatal[4]

Claudia Zang; Ramiro Galeano; Norah Giacosa; Silvia Salomón

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones

claudiamzang@gmail.com

Resumen

Este trabajo surge de reconocer dificultades que tienen estudiantes universitarios para el aprendizaje de Mecánica Cuántica. Se describe la perspectiva y secuencia propuestas en una muestra de libros de texto usados habitualmente en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN-UNaM). Los resultados muestran una variedad de presentaciones. En algunos libros de texto se enfatizan los aspectos históricos y filosóficos, mostrándose el carácter dual de las ondas

[4] Una versión preliminar de este trabajo fue presentado con el título: "Mecánica Cuántica en libros de texto universitarios" en las Jornadas Científico Tecnológicas que organizó la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Misiones del 15 al 17 de mayo de 2013 por los mismos autores.

electromagnéticas después de haber presentado los fenómenos cuánticos. En otros, el tratamiento de los mencionados fenómenos se realiza en forma fragmentada e inconexa; y también existen libros de texto donde la presentación es dominada por un instrumentalismo matemático. Se concluye que aprender Mecánica Cuántica a partir de los libros de texto puede resultar una labor dificultosa para los estudiantes, y no se fomentaría en ellos la construcción de modelos mentales acordes a los científicamente aceptados.

Palabras clave: Libros de texto; Mecánica Cuántica; Enseñanza; Universidad.

Introducción

Este trabajo nace del reconocimiento de un grupo de docentes de Física, que a su vez investigan en la Enseñanza de dicha disciplina, de ciertas dificultades que tienen los estudiantes universitarios para comprender la naturaleza de la materia y de la radiación según la Mecánica Cuántica.

La Mecánica Cuántica supone un cambio de tipo filosófico en el modo de concebir a la realidad y los procesos de medición, al mismo tiempo implica el abandono del carácter realista y determinista de la Física Clásica y el reemplazo por una teoría de carácter instrumentalista que sólo provee la probabilidad de ocurrencia de un evento (Diéguez, 1996; Bombal, 1999). Dado que los conceptos centrales de la misma teoría están muy alejados de las percepciones cotidianas y desafían algunas de las nociones que se han naturalizado a partir de las observaciones diarias a escala macroscópica, sumado a la

imposibilidad de realizar experiencias reales en los laboratorios destinados a su enseñanza debido a la carencia del equipamiento adecuado y la peligrosidad de algunas de tales experiencias, se dificulta su conceptualización por parte de los estudiantes. A estos inconvenientes deben sumársele, según Fanaro (2009), la complejidad matemática involucrada, las deficiencias en la formación de algunos profesores (los cuales –generalmente- poseen conocimientos fragmentados e inconexos sobre el tema) y la presentación que realizan la mayoría de los libros de texto (LT en adelante).

El LT, desde la postura asumida por los autores de este trabajo, es una herramienta útil que permite seleccionar y secuenciar contenidos, utilizar ejemplos, mediar en las experiencias de aprendizaje, provocar encuentros o situaciones entre docentes y alumnos, desarrollar habilidades cognitivas, apoyar las estrategias metodológicas y enriquecer la evaluación. Se acuerda también con investigadores que sostienen que el LT constituye una de las decisiones curriculares más importantes que toman los docentes, porque es un referente para planificar clases y elaborar exámenes (Campanario y Otero, 2000).

El rol esencial de los LT en relación a la calidad educativa que se ofrece en la República Argentina fue reconocido en el Plan de Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Entre las recomendaciones para mejorar el equipamiento y los recursos didácticos, se puede leer: "*Se recomienda que las autoridades educativas generen iniciativas que aseguren la calidad de los libros de texto existentes en el sistema*" (MECyT, 2007, p.5). Las acciones propuestas fueron crear un comité de análisis y recomendaciones de LT; elaborarlos teniendo en cuenta esos resultados, difundir y promover su uso en todos los niveles educativos.

El propósito del presente trabajo es caracterizar la perspectiva y la secuencia presentes los LT universitarios utilizados habitualmente para el estudio de Mecánica Cuántica en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales dependiente de la Universidad Nacional de Misiones (FCEQyN-UNaM).

En las próximas secciones se explicitan el marco teórico que sustenta esta investigación y algunos antecedentes relacionados con el tema, se presentan los aspectos metodológicos y se discuten los resultados obtenidos, se cierra la presentación con las conclusiones que de ellos se derivan.

Marco Teórico y Antecedentes

En este trabajo se entenderá por LT a una modalidad específica de recurso didáctico diseñado para el acto pedagógico de un nivel educativo particular. Se presumirá que fue elaborado teniendo en cuenta una planificación de aprendizaje y pensando que su lectura se realizará en el orden propuesto por sus autores para promover el aprendizaje de ciertos contenidos (Moya Pardo, 2008).

Las investigaciones educativas centradas en la enseñanza de los fenómenos cuánticos reportan las ventajas y desventajas que tiene iniciar su estudio tomando en consideración los aspectos históricos que originaron la teoría u omitiéndolos. El eje que las orienta es determinar la conveniencia o no de introducir el tema partiendo de la insuficiencia de la teoría clásica para dar cuenta de los "problemas anómalos".

Moreira y Greca (2004) argumentan que este tipo de referencias deben evitarse porque, por un lado, los estudiantes no tienen suficientemente claros los conceptos clásicos correspondientes, y por otro, fomentan la aparición de obstáculos representacionales. Sugieren trabajar con una propuesta que denominan fenomenológica conceptual (fenomenológica porque favorece la creación de una nueva percepción y conceptual porque los fenómenos elegidos para la discusión deben ser lo suficientemente sencillos y estar dirigidos de forma que la naturaleza de los conceptos fundamentales sea evidente). En concordancia con esta estrategia, Greca y Herscovitz (2002) desarrollaron una propuesta didáctica tendiente a la introducción de los principios fundamentales de Mecánica Cuántica en un curso de Física General, cuyo objetivo fue hacer "palpables" dichos principios de manera que no se conviertan en meras relaciones matemáticas a memorizar. Resaltan que los conceptos cuánticos esenciales que los estudiantes deben adquirir, que a su vez son los que marcan las diferencias con la Física Clásica, son los principios de superposición lineal de estados y de incertidumbre, y aquellos que resalten el carácter probabilístico de los resultados de medición.

Esta posición también la sostienen Fanaro, Otero y Arlego (2007), quienes, basados en el Enfoque de Caminos Múltiples propuesto por Richard Feynman, elaboran una propuesta didáctica cuya finalidad es introducir los principales conceptos cuánticos en el nivel medio, partiendo de la revisión del fenómeno de interferencia de la doble rendija. Su propuesta básicamente consiste en llevar adelante experiencias de doble rendija utilizando simulaciones computacionales, cuya finalidad es la emergencia del comportamiento ondulatorio de los objetos materiales al reducirse la masa.

En contraposición, hay investigaciones que plantean que se hace necesario mostrar los procesos que hicieron surgir,

transformar y abandonar los modelos en las comunidades de especialistas así como las confrontaciones y contradicciones inherentes a la actividad científica con el fin de romper con una imagen de ciencia ahistórica, aproblemática, lineal y acumulativa. Fernández, González y Matarredona (2005) comparten este punto de vista y además remarcan que las referencias históricas a los problemas que significaron la crisis de la Física Clásica son necesarias porque fueron la puerta de entrada a una nueva Física. Ejemplifican su posición presentando una secuencia didáctica que permite analizar los modelos propuestos a lo largo de la historia para explicar la naturaleza de la luz (desde el modelo corpuscular de Newton al ondulatorio de Huyghens y Young, finalizando con el modelo de fotón propuesto por Einstein en la explicación del efecto fotoeléctrico).

Por su parte, Moreno Ramírez, Gallego Badillo y Pérez Miranda (2010), realizaron una investigación cuyo propósito fue analizar si el modelo atómico de Bohr, que se muestra en los textos, se corresponde histórica y epistemológicamente con los hechos que llevaron a su establecimiento y abandono. Al mismo tiempo analizar cuáles son las simplificaciones y deformaciones que se realizan de la actividad científica cuando se presenta el modelo. Para ello analizaron diez libros universitarios de Química y siete de nivel medio usados en Colombia para la formación de profesores. Los resultados que obtuvieron muestran que hay diferencias entre la propuesta que Bohr realizó en 1913 y la transposición del modelo presente en los LT, concluyen que éstos presentan referencias que no ayudan a la superación de visiones deformadas de la actividad científica.

En una línea semejante, Solves Matarredona (1986), en su tesis doctoral, se plantea investigar si se introducen correctamente los conceptos de Física Moderna en la enseñanza secundaria y si es posible realizar un tratamiento de la crisis de

la Física Clásica y del surgimiento de la Moderna que favorezca una mejor comprensión de ambas. Para dar respuesta a estas inquietudes realiza un análisis de LT, al mismo tiempo trabaja con profesores en formación y con alumnos de nivel medio. Concluye que los libros de texto y los profesores transmiten una imagen deformada de la Física, debido a que no hacen referencias al carácter no lineal de su desarrollo e introducen los conceptos de Física Moderna de forma desestructurada e incurriendo en errores conceptuales.

Por su parte, Solves y Sinarcas (2009) si bien comparten este punto de vista, admiten que enseñar en orden estrictamente cronológico tiene algunos inconvenientes; de allí que estiman que debería iniciarse el estudio con dos de los problemas que originaron la crisis de la Física Clásica: el efecto fotoeléctrico y la existencia de espectros atómicos discretos.

Hay investigadores que señalan que un tratamiento histórico no está desprovisto de riesgos, puesto que varios textos y profesores, en su afán de contextualizar al estudiante en la época, comienzan su estudio con una introducción histórica que no se condice con la historia real, sino que se trata de una historia reconstruida, que supone una explicación lógica y racionalizada de los resultados obtenidos. Arias Ávila (2005) y Arias Ávila y Baracca (2006), desarrollan esta cuestión presentando un análisis conceptual y cronológico de las ideas de Rayleigh y Jeans, lo cual les permite afirmar que la presentación e interpretación actuales del problema de la radiación de cuerpo negro obedecen a una racionalización posterior.

Para finalizar esta descripción de los antecedentes, que no pretende ser una revisión exhaustiva, sino proporcionar un panorama representativo del tema, se citará el trabajo de Styer (1996). Este autor señala algunos errores comunes en el aprendizaje de la Mecánica Cuántica, clasificándolos según

atiendan a la idea de estado cuántico, a la idea de medida, al tema de partículas indistinguibles, y otras ideas derivadas de densidades de probabilidad y otros conceptos nuevos. Argumenta que conocer estos errores es importante para los docentes porque les permite actuar de manera de evitar que los mismos continúen acentuándose.

Metodología

Esta investigación se situó en la modalidad de estudio descriptivo de casos (Ander-Egg, 2010). En principio se seleccionó una muestra intencional conformada por nueve LT universitarios. Éstos se recomiendan en los Programas Analíticos de tres asignaturas de las distintas carreras que ofrece la FCEQyN-UNaM. En algunos espacios curriculares ciertos fenómenos cuánticos se corresponden con una o dos unidades del mencionado documento o parte de ella, en tanto que en otros constituyen la asignatura completa.

Así por ejemplo, en segundo año de Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Farmacia y Bioquímica se estudian el Efecto Compton y Efecto fotoeléctrico en una asignatura llamada "Física II"; y la mayoría de los fenómenos cuánticos en las dos primeras unidades de otra asignatura denominada "Química Inorgánica". Los títulos de las mencionadas unidades son: *Fundamentos de estructura atómica- Modelos atómicos* y *Concepción moderna,* respectivamente. Asimismo, en el cuarto año del Profesorado en Física, en una asignatura cuatrimestral llamada "Física V (Atómica)" se estudian los citados fenómenos en tres bloques temáticos denominados: *Orígenes de la Mecánica Cuántica*, *Primeras ideas sobre la estructura atómica* y *Naturaleza ondulatoria de las partículas*.

Dado que la potencialidad de este tipo de muestra radica en seleccionar casos ricos en información para su estudio, se estima adecuada para el objetivo propuesto.

Los LT se categorizaron teniendo en cuenta los destinatarios. Los LT Clase A corresponden a libros introductorios de Física, los de Clase B a libros elementales de Mecánica Cuántica; y los de Clase C a libros intermedios o avanzados de Mecánica Cuántica. En la Tabla 1 se exhiben las clases utilizadas, la abreviatura con la cual se identificarán de aquí en más a los LT y las referencias correspondientes en orden alfabético.

Clase	Abreviatura	Libros de texto
A	A1	Halliday, D.; Resnick, R. y Krane, K. (1999). Física Vol 2, Versión ampliada, 4º ed, México: CECSA.
	A2	Serway, R. y Jewet, J. (2009). Física II, 7º ed., México: Thomson.
	A3	Young, H. y Freedman, R. (2009). Física Universitaria con Física Moderna, Vol 2, 12º ed, México: Pearson Education.
B	B1	Acosta, V.; Cowan, C. y Graham, B. (1975). Curso de Física Moderna, México: Harla Harper y Row latinoamericana.
	B2	Beiser, A. (1981). Conceptos de Física Moderna, 2º ed., México: McGraw-Hill.
	B3	Eisberg, R. y Resnick, R. (1989). Física Cuántica, México: Limusa.
C	C1	Levine, I (2001). Química Cuántica, 5º ed., Madrid: Prentice Hall.
	C2	Singh, R. (2002). Introduction to Modern Physics, Vol I, 2º ed., New Delhi: New Age International Publishers. (En idioma inglés).
	C3	Zettili, N (2009). Quantum Mechanics. Concepts and applications, 2º ed., United Kingdom: Wiley. (Libro sólo disponible en formato electrónico en idioma inglés).

Tabla 1: Libros de texto, abreviaturas y categorías elaboradas según destinatarios

Para examinar los LT se usaron los lineamientos del análisis de contenido, el que es entendido como "*Un conjunto de técnicas de análisis de comunicaciones tendente a obtener indicadores (cuantitativos o no) por procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes, permitiendo la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción/recepción (variables inferidas) de estos mensajes*" (Bardin, 1996, p.32). Considerando los objetivos específicos preestablecidos por los autores, el análisis de contenido efectuado fue de tipo exploratorio. La lectura crítica de los LT posibilitó seleccionar datos en torno a aspectos como: lenguaje simbólico matemático, referencias históricas, alusiones explícitas sobre la naturaleza de la luz, fenómenos cuánticos y secuencia con que se presentan dichos fenómenos. Éstos permitieron realizar la descripción que se presenta a continuación.

Resultados

En todos los **LT Clase A**, Mecánica Cuántica se presenta luego del desarrollo de Óptica. Dentro del contexto de Óptica se desarrollan los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia, difracción y polarización de la luz. En dos de los textos (A2 y A3), el carácter dual de la luz se explicita previo al abordaje de los fenómenos ópticos. Uno de ellos señala: "*…la luz tiene doble naturaleza: en algunos casos exhibe características de una onda y en otras de una partícula*." (A2, p.979); y en otro se aclara que: "*La propagación de la luz se describe mejor con el modelo ondulatorio, pero para comprender la emisión y la absorción se*

requiere un enfoque corpuscular" (A3, p.1122). Asimismo se indica, con diferente acentuación, qué aspecto, corpuscular u ondulatorio, está en juego en cada uno de los fenómenos mencionados precedentemente. En uno (A1) se señala concisamente el carácter ondulatorio o corpuscular de la luz; en otros (A2, A3) esto se subraya reiteradamente a lo largo del desarrollo presentado.

Paralelamente, todos los LT relegan el tratamiento de los fenómenos explicados únicamente desde el punto de vista corpuscular a secciones posteriores. Así, reunidos en la sección de Física Moderna se presentan fenómenos que fueron decisivos para el desarrollo de la Mecánica Cuántica. Todos los LT concuerdan en cuanto a los fenómenos cuánticos estudiados y el orden en que éstos se desarrollan es muy parecido. La presentación que realizan estos LT de los diferentes fenómenos cuánticos concuerda con lo que las investigaciones educativas referentes al tema señalan como la introducción histórica habitual. Básicamente, la secuencia propuesta está conformada por los siguientes fenómenos: radiación del cuerpo negro, efecto fotoeléctrico, efecto Compton, espectros atómicos de líneas y niveles de energía; y producción y dispersión de rayos X.

En A3 se desarrollan todos estos fenómenos en un solo capítulo y de forma resumida. En cambio, en A2 se estudian en capítulos separados los rayos X y el espectro de líneas; y en A1 el fenómeno de rayos X es el único que se estudia en capítulo separado.

En todos los LT de esta clase, el carácter dual de la luz y de otras ondas electromagnéticas se presenta retomando los fenómenos de difracción e interferencia bajo distintos títulos: "*Ondas y partículas*" (A1), *"Revisión del experimento de la doble rendija"* (A2, p.1174) y *"Dualidad onda-partícula"* (A3, p.1338). En un texto (A3), se retoman los fenómenos de interferencia y

difracción en un capítulo posterior, que se focaliza en la discusión de la naturaleza de las ondas; esto se realiza luego del estudio de las ondas de De Broglie, y antes de presentar las funciones de onda y la ecuación de Schrödinger. La extensión con la que se describe la dualidad onda-partícula es variada en los LT Clase A, pero siempre se realiza con posterioridad al estudio de los fenómenos cuánticos ya citados.

Por su parte, los fenómenos cuánticos que se desarrollan en los **LT Clase B** coinciden con los ya mencionados en la descripción realizada para los LT Clase A, paralelamente la secuencia en que son abordados también es semejante.

En B1 y B2 el tratamiento es similar a B3 salvo que el estudio de la radiación de cuerpo negro se realiza en otras secciones. En B1 se hace antes de introducir la ecuación de Schrödinger: se fundamenta que el origen de los conceptos cuánticos debe remitirse a las investigaciones de Max Karl Planck acerca de los espectros de radiación originados al calentarse los sólidos. En tanto que en B2 la radiación de cuerpo negro se aborda en un capítulo centrado en el estudio de los principios de la Mecánica Estadística.

En B3 se indica explícitamente que el efecto fotoeléctrico, el efecto Comptom y la producción de pares son fenómenos que evidencian la naturaleza corpuscular de la radiación electromagnética cuando interactúa con la materia, a diferencia de su naturaleza ondulatoria cuando se propaga. Se continúa el estudio con el postulado de De Broglie, el principio de complementariedad, el principio de incertidumbre, los modelos atómicos de Rutherford y Bohr. Al mismo tiempo, se aclara que los fenómenos mencionados precedentemente constituyen la teoría Cuántica Antigua, que a pesar de tener ciertas limitaciones, todavía se usa como una primera aproximación a la descripción más precisa que ofrece la Mecánica Cuántica. Las razones que se

esgrimen para justificar su estudio se vinculan al hecho de que la teoría Cuántica Antigua proporciona resultados numéricamente prácticamente correctos mediante procedimientos matemáticos más sencillos que los que se utilizan en Mecánica Cuántica y porque es útil para la visualización de los procesos que resultan muy difíciles de comprender en términos del lenguaje abstracto de la Mecánica Cuántica. Luego, se emprende el estudio de los aspectos ondulatorios de la materia a través de la ecuación de Schrödinger, la que se obtiene siguiendo un razonamiento de plausibilidad y de modo que sea consistente con ciertas suposiciones acerca de las propiedades que son deseables para los sistemas mecano-cuánticos y recurriendo a analogías con los sistemas clásicos (ondas en una cuerda). Una vez planteada la Ecuación de Schrödinger, se establece la forma que deberán tener las funciones que son solución de dicha ecuación diferencial. En los capítulos siguientes se aborda su aplicación a distintos sistemas físicos. Un tratamiento similar se realiza en B2, sólo que se parte de plantear la forma que deberían tener las soluciones de la ecuación de Schrödinger y luego por diferenciación y por comparación con la energía no relativista, se establece cuál es la ecuación diferencial que se ajusta a las mismas. Se aclara que no hay modo de probar que sea correcta, sólo se puede postular la ecuación de Schrödinger y aplicarla a una variedad de situaciones y comparar los resultados que predice con los que se obtienen experimentalmente. Por su parte, en B1, se presenta directamente la ecuación de Schrödinger y se aclara al igual que en B2 y B3 que, aunque el mismo Schrödinger la haya desarrollado a partir de una intuición de carácter ondulatorio, la misma no es derivable de primeros principios, puesto que es en sí misma un principio, es decir, un postulado.

En todos los LT de esta clase se trata la dualidad onda-partícula antes de estudiar el principio de incertidumbre, pero

luego del estudio de los fenómenos cuánticos. En B1, se lo hace a través de la experiencia de Davidson-Germer en el mismo capítulo que se establece el postulado de De Broglie. Algo semejante ocurre con B2 y B3.

Entre los LT de Clase B, es de destacar que en B3 se inicia cada capítulo haciendo alusión a los contextos históricos en que surgieron las diferentes investigaciones que condujeron a los diversos avances de la Física Cuántica; y finaliza, generalmente, planteándose una reflexión de carácter filosófico sobre las implicancias ontológicas de tales descubrimientos. En el resto (B1 y B2), las referencias históricas están distribuidas en diversas partes del capítulo.

En cambio, en los **LT Clase C**, este tratamiento histórico se realiza de forma breve. En ellos, se construye la teoría a partir de los postulados de la Mecánica Cuántica, que constituyen la columna vertebral de la llamada "formulación canónica".

En uno de ellos puede leerse: "*Los postulados no pueden demostrarse sino que resultan del experimento…] […si la teoría funciona, los postulados serán válidos…] [… la teoría cuántica no sólo funciona, sino que lo hace extremadamente bien y esto representa su justificación experimenta*l" (C3, p.165, traducción de los autores de este trabajo).

Una vez iniciado el desarrollo formal, la presentación se caracteriza por utilizar la notación de Dirac para los vectores complejos (*kets* y sus *bras* conjugados) involucrados -notación que no es usada en los LT Clase A y B- y por una orientación que requiere sólidas nociones de ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, teoría de operadores y estadística por parte de los estudiantes.

Paul Dirac (1967) explicita lo que podría considerarse el argumento principal de esta metodología: "…*el objeto de la ciencia física no es dar imágenes sino formular las leyes que rigen los fenómenos y su aplicación para descubrir nuevos fenómenos. Si existe una imagen, tanto mejor; pero el que exista o no es un hecho de importancia secundaria*" (p. 23).

Dos de los LT analizados (C1 y C3) muestran la similitud entre el establecimiento de postulados en la Mecánica Clásica y la Cuántica.

El predominio de lenguaje simbólico matemático con el que se caracterizan los fenómenos cuánticos y la escasa traducción de este lenguaje al lenguaje verbal dificultarían la comprensión lectora de todos los LT Clase C; agravado, en el caso de C2 y C3 por el idioma utilizado.

Conclusiones

La perspectiva y la secuencia con que se abordan los diferentes tópicos de Mecánica Cuántica en los LT examinados en este estudio son variadas. Básicamente, en los libros Clase A y B, el énfasis recae en los aspectos históricos y filosóficos, los cuales prácticamente determinan la secuencia didáctica. En este aspecto, es importante resaltar que las recomendaciones derivadas de la investigación educativa en el área son contrapuestas. La principal diferencia entre ellos es la extensión con la cual se describen cada uno de los fenómenos cuánticos, lo cual es coherente con los potenciales destinatarios y propósitos pretendidos por sus autores. La mayoría de ellos presenta el carácter dual de las ondas electromagnéticas luego de exponer los fenómenos cuánticos, lo cual contradice las recomendaciones

de algunas investigaciones educativas (Fanaro, Otero y Arlego, *op. cit.*; Moreira y Greca, *op. cit.).*

En los libros de Clase B existen algunas alteraciones en el orden de presentación de ciertos fenómenos, lo cual reflejaría por un lado la posibilidad de ser desarrollados con suficiente independencia, y por otro, la fragmentación y desconexión entre ellos. La integración de la Mecánica Cuántica a partir de la secuencia propuesta en los LT Clase A y B es responsabilidad de los lectores que los consultan habitualmente.

En los LT Clase C, el énfasis recae en el establecimiento y aplicación de los postulados fundamentales de la teoría, los cuales se enuncian en un lenguaje matemático que requiere una sólida formación previa. En ellos se realiza una presentación dominada por un instrumentalismo matemático argumentándose que la validez de la teoría está dada por la extrema concordancia entre sus predicciones y los resultados experimentales obtenidos. Además, la traducción del sistema simbólico al sistema verbal es escasa, lo cual dificulta la comprensión lectora, y en consecuencia el aprendizaje.

En todos los LT inspeccionados las ideas que resultan de los principios de superposición lineal de estados, de incertidumbre y del carácter probabilístico de los resultados de medición aparecen difusos entre el formalismo y la abstracción de la teoría; esto dificulta que los estudiantes puedan adquirirlos de manera adecuada y reconocerlos como los elementos más característicos de la percepción cuántica que a su vez la diferencian de la clásica, tal como lo señalan Greca y Herscovitz (*op. cit.*).

Por otro lado, en la enseñanza de Física Clásica no siempre se establecen con suficiente énfasis los límites de validez de las leyes fundamentales, de Newton y de Maxwell, lo

cual repercute fuertemente en las concepciones epistemológicas de los estudiantes sobre los criterios de validez del conocimiento científico. Esto último, sumado a los factores ya mencionados en la introducción, y a las características de los LT analizados en este estudio, hacen que el aprendizaje, por parte de los estudiantes, de Mecánica Cuántica resulte una tarea ardua.

Nota: este trabajo se realizó en el marco del Proyecto de investigación 16Q/479 registrado en la Secretaría de Posgrado de la FCEQyN-UNaM.

Bibliografía

Ander-Egg, E. (2010). *Métodos y Técnicas de investigación social, Vol. III: Cómo organizar el trabajo de investigación,* España: Lumen.

Arias Ávila, N. (2005). Planck y la catástrofe del ultravioleta, en Libro de Actas *III Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria,* La Habana, 2003. Publicaciones Universidad de Córdoba, pp. 259 - 263.

Arias Ávila, N. y Baracca, A. (2006). ¿Quién propuso la "fórmula de Rayleigh-Jeans"? *Revista Llull.* Vol. 29, No. 63, pp. 5-18

Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido,* Madrid: Akal.

Bombal, F. (1999). Los modelos matemáticos de la Mecánica Cuántica. *La Ciencia en el siglo XX. Seminario "Orotava" de Historia de la Ciencia, Conserjería de Educación del Gobierno de Canarias, Islas Canarias*, pp.115-146. Disponible en: http://www.gobcan.es/educacion/3/Usrn/fundoro/archivos%20adjuntos/publicaciones/actas/actas_4_5_pdf/Act.IV-V_C006_txi_w.pdf (consulta mayo de 2005)

Campanario, J. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto, En Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales: teoría y práctica en la enseñanza de las ciencias,* pp. 323-338. Alcoy: Marfil.

Diéguez, A. (1996). Realismo y teoría Cuántica. *Revista Contrastes,* V. 1, p. 76-105.

Dirac, P. (1967). *Principios de Mecánica Cuántica,* Barcelona: Ariel.

Fanaro, M.; Otero, R. y Arlego, M. (2007). El método de caminos múltiples de Feynman como referencia para introducir los conceptos fundamentales de la Mecánica Cuántica en la Escuela Secundaria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.* V. 24, n 2, Agosto 2007, pp. 233-260.

Fanaro M. (2009). La Enseñanza de la Mecánica Cuántica en la Escuela Media. Tesis doctoral. Universidad de Burgos.

Fernández, P.; González, E. y Matarredona, J. (2005). De los corpúsculos de luz al efecto fotoeléctrico. Una propuesta didáctica con base en la discusión de modelos. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 18, Nº 1, pp. 69-80.

Greca I. y Herscovitz V. (2002). Construyendo significados en Mecánica Cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias,* 20 (2), pp.327-338

MCEyT (2007). Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática. *Informe Final (Agosto, 2007).*

Moreira, M. y Greca, I. (2004). Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos. En Moreira, M A.

Sobre el cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales. Brasil: Instituto de Física, UFRGS. pp. 26-40.

Moreno Ramírez, J.; Gallego Badillo, R.; Pérez Miranda, R. (2010). The Bohr`s quantum model in the textbook. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 3, pp. 611-629.

Moya Pardo, C. (2008). Aproximación al concepto y tratamiento de texto escolar. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*. Nº 11, pp. 133-152.

Solves Matarredona J. (1986). La introducción de los conceptos básicos de Física Moderna. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

Solves, J. y Sinarcas, V. (2009) Utilizando la historia de la ciencia en la enseñanza de los conceptos claves de la física cuántica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales.* Nº 23, pp.123-151.

Styer, D.F. (1996). Common misconceptions regarding quantum mechanics. *American Journal of Physics*, 64 (1), pp. 31-34.

Movimiento Conjunto: Diagramas de Fuerzas y Modelos Mentales

Rosolio, Alejandra; Sánchez, Patricia; Llonch, Elena

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

rosolio@fceia.unr.edu.ar

Resumen

En este trabajo se interpretan los diagramas de cuerpo libre producidos por un grupo de estudiantes de Física básica de carreras de Ingeniería a la luz de la Teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird. Se asume que tales diagramas permiten caracterizar los modelos mentales iniciales desarrollados por los estudiantes, identificando posibles sesgos cognitivos que dificultan la comprensión de la situación, necesaria para la resolución del problema. Se analiza la coherencia entre las fuerzas identificadas por los estudiantes para dar cuenta de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de dos cuerpos en contacto.

Palabras Clave: Diagrama de cuerpo libre; Movimiento conjunto; Modelos mentales; Sesgos.

Introducción

En Física, cuando se aborda la resolución de una situación problemática que involucra el reconocimiento de fuerzas, la elaboración de un diagrama de cuerpo libre (DCL) adecuado resulta fundamental. Tal diagrama contiene información relevante, ya que da cuenta de los cuerpos que el estudiante considera que constituyen el sistema en estudio y de las fuerzas ejercidas sobre cada uno de esos cuerpos. Tales fuerzas corresponden a las interacciones entre los cuerpos del sistema y entre ellos y el resto de los cuerpos del medio ambiente que no pertenecen al sistema de estudio. Además, el DCL permite inferir si el objeto tiene aceleración o no, dado que la fuerza resultante está directamente relacionada con la aceleración a través de la segunda ley de Newton. Es posible también deducir el sentido de la aceleración, dado el carácter vectorial de tal ley, y determinar el movimiento posterior si se conocen las condiciones iniciales del movimiento (Savinainen, Mäkynen, Nieminen, & Viiri, 2004).

Numerosas publicaciones reportan las dificultades de los estudiantes con la construcción de los DCL (Scherr & Redish, 2005; Rosengrant, Van Heuvelen & Etkina, 2009; Wendel, 2011;), que no son sorprendentes si se tiene en cuenta que existe un importante cuerpo de investigaciones que muestran las dificultades de los estudiantes en la comprensión del concepto de fuerza como interacción (Brookes & Etkina, 2009) y en el carácter vectorial de las mismas (Nguyena & Meltzerb, 2003).

En este trabajo se interpretan los DCL producidos por un grupo de estudiantes de Física básica de carreras de Ingeniería a la luz de la Teoría de los modelos mentales (MM) de Johnson-Laird (1983). Se asume que tales diagramas permiten caracterizar los modelos mentales iniciales desarrollados por los estudiantes, identificando posibles sesgos cognitivos que dificultan la comprensión de la situación, necesaria para la resolución del problema. Se considera que orientar a los estudiantes en la construcción de MM científicamente compatibles es un objetivo central de la enseñanza de la Física (Chiou, 2013), para lo cual es prioritario investigar acerca de las características de los MM de los estudiantes. Dado que la función de un MM es la de predecir y explicar, en el presente estudio se caracterizan los MM conformados por los estudiantes, analizando la coherencia entre las fuerzas identificadas por los estudiantes para dar cuenta de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado de dos cuerpos en contacto.

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación "Las representaciones y el lenguaje en la resolución de problemas de Dinámica del Rígido" de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.

Referenciales Teóricos

La Teoría de Johnson-Laird (1983) considera a los MM como formato de las representaciones internas de la información. Los MM de una situación dada se refieren a las representaciones internas que comparten estructuras análogas a las del fenómeno o sistema en estudio. Desde esta perspectiva, la comprensión de un fenómeno físico implica la construcción de MM como análogos estructurales de tal fenómeno, que se construyen y manipulan en

la memoria a corto plazo (MCP) y pueden considerarse como fuentes de evidencia cuasi-empíricas.

En particular, el MM *inicial* de una situación problemática es fundamental en la calidad de la resolución y se construye a partir de la interacción entre los datos presentes en el enunciado del problema y los conocimientos, científicos y cotidianos, activados de la memoria a largo plazo (MLP) de quien resuelve. Se considera que las representaciones externas que los estudiantes incluyen en la resolución de un problema de Física, que pueden ser gráficos, palabras, símbolos, diagramas, brindan información acerca de las características de los MM de las personas que resuelven (Solaz-Portolés y Sanjosé, 2008; Sánchez, 2011). En el caso particular de los problemas de Dinámica, los MM iniciales pueden inferirse a partir de los DCL como representación externa.

En la caracterización de los MM en la resolución de problemas de ciencias, es posible identificar diversos sesgos cognitivos (Perkins, Farady & Bushey, 1991; Potgietera, Malatjeb, Gaigherc & Venterd, 2009). En particular, en la resolución de problemas de Dinámica, la presencia de los mismos se relaciona fundamentalmente con alguna falla en el reconocimiento de las fuerzas (Llonch, Rosolio, D'Amico y Sánchez, 2011; Sánchez, 2011). Los sesgos más habituales en esta temática son los llamados facilitador o de economía cognitiva y de fijación o creencia. Se detecta un *sesgo facilitador* o de *economía cognitiva* toda vez que un estudiante ignora o justifica inconsistencias, seleccionando la opción más simple, sin reparar en las implicancias conceptuales. Por otro lado, el sesgo de *fijación* o *creencia* se presenta cuando el estudiante adopta un modelo conocido, con coherencia interna, pero físicamente erróneo para la situación que se pretende resolver. Desde esta perspectiva muchos de los fracasos en la resolución de problemas pueden

explicarse por la construcción de un MM inicial que, si bien puede tener sentido y ser funcional para quien resuelve, al presentar sesgos de razonamiento lleva a errores en la resolución.

Metodología

Instrumento y muestra

Se analizaron los diagramas de fuerzas elaborados durante la resolución de un problema de Dinámica realizados por 60 estudiantes del primer curso de Física para carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. La actividad se realizó en una clase de resolución de problemas de lápiz y papel previamente al desarrollo de la secuencia de enseñanza de Dinámica de los Sistemas de Partículas. El enunciado del problema, que incluye información en forma textual y gráfica, es el siguiente:

El monociclo no es sólo para acróbatas con aptitudes físicas excepcionales. Todos podemos aprender a usarlo, como el niño de la figura que se desplaza aceleradamente hacia delante sobre una pista rectilínea horizontal.

Para explicar esta situación desde la Física, te pedimos que identifiques las fuerzas que actúan y realices el diagrama de cuerpo libre.



Se pedía a los estudiantes identificar las fuerzas actuantes e indicarlas en un DCL, sin requerir el planteo de ecuaciones de movimiento ni la realización de cálculos. El instrumento fue diseñado de este modo con el objetivo de indagar acerca de las fuerzas identificadas y su coherencia con el movimiento indicado. Como se ha señalado, el análisis de estos diagramas permite obtener indicios de los MM iniciales que los estudiantes elaboran para la situación propuesta. Si bien el instrumento utilizado corresponde a una situación donde uno de los componentes (el monociclo) posee una rueda en rototraslación, fue administrado cuando los estudiantes sólo conocían el modelo de partícula, puesto que interesaba analizar la relación entre las fuerzas reconocidas y el movimiento rectilíneo acelerado del conjunto.

La consigna dejaba abierta la posibilidad de que cada estudiante definiera el sistema en estudio: el niño con el monociclo como un único cuerpo o el niño y el monociclo por separado.

Análisis de datos

A partir de los DCL se definieron las variables de análisis que se presentan a continuación:

- Resultante en la dirección horizontal en el conjunto.
- Resultante en la dirección horizontal en el monociclo.
- Resultante en la dirección horizontal en el niño.
- Sentido de la fuerza de roce con el piso (fr piso).
- Elementos que componen el sistema de estudio.
- Relación entre el DCL del monociclo y el movimiento acelerado.

- Relación entre el DCL del niño y el movimiento acelerado.

Para cada una de las variables se identificaron distintas modalidades que ellas asumen en las resoluciones. Dichos registros se procesaron estadísticamente utilizando una planilla de cálculo.

Resultados

El 91% de los estudiantes incluyen en sus DCL una fuerza de roce ejercida por el piso (Gráfico 1), pero sólo el 34% le asigna el sentido hacia adelante, coherente con el movimiento del sistema. Más de la mitad dibuja la fuerza de roce con el piso hacia atrás, en sentido opuesto a la aceleración propuesta en el enunciado; en este grupo la cuarta parte incluye una fuerza F hacia adelante que le permite justificar la aceleración, sin indicar el cuerpo que la ejerce.

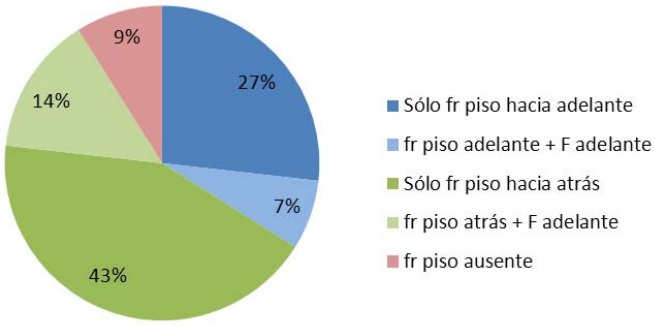


Gráfico 1: Componente horizontal de la fuerza resultante

Los DCL del 48% de los estudiantes se corresponden con el movimiento *acelerado hacia adelante* propuesto en el enunciado, al mostrar una fuerza resultante en ese sentido. Dan cuenta de MM coherentes con el modelo conceptual de la segunda ley de Newton como relación vectorial entre la fuerza resultante y la aceleración adquirida. Como puede observarse en el Gráfico 1, sólo el 27% elabora MM que se corresponden con un modelo conceptual correcto al atribuir esa aceleración a una fuerza de roce con el piso hacia adelante, mientras el resto introduce una fuerza F "sin agente" para justificar y/o reforzar la idea de movimiento hacia adelante, como ejemplifica la Figura 1.

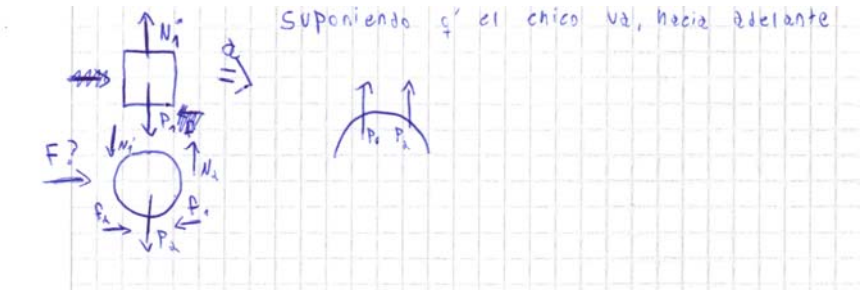


Figura 1: DCL de un estudiante incluyendo una fuerza F de agente no identificado

El Gráfico 2 muestra la elección del sistema de estudio; se observa que el 66% consideró al niño y al monociclo por separado. Unos pocos estudiantes consideraron un sistema "ampliado" que incluía diagramas individuales del niño, la rueda, el pedal y el asiento.

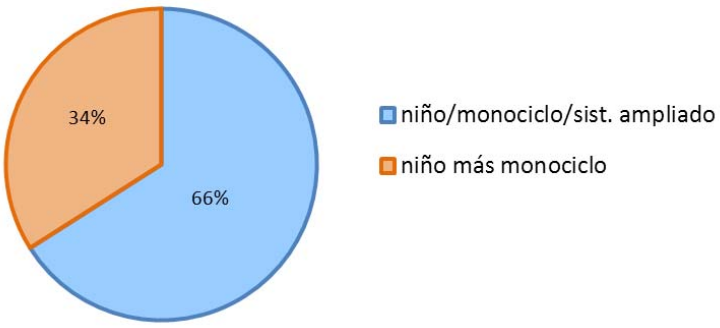
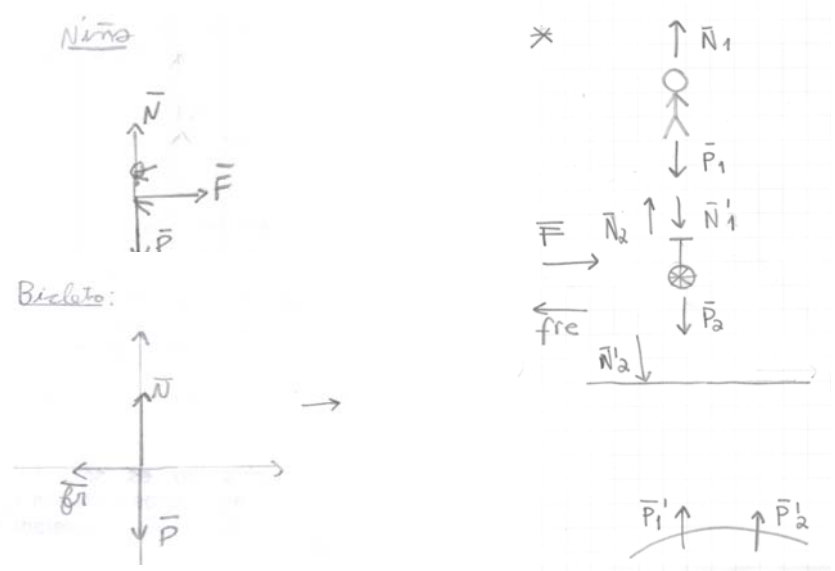


Gráfico 2: Definición del sistema de estudio

En este grupo una amplia mayoría no logra justificar el movimiento indicado en el enunciado, apareciendo dos casos: a) el niño y el monociclo tienen resultantes de sentidos opuestos (Figura 2.a), b) sólo el monociclo tiene resultante no nula (Figura 2.b).



(a) (b)

Figura 2: Ejemplos de DCL del niño y el monociclo por separado

El otro grupo mostrado en el Gráfico 2, correspondiente al 34% restante, realiza el DCL del niño junto con el monociclo como un único cuerpo. La mayoría de ellos incluyen una fuerza de roce *hacia adelante* que permite justificar el movimiento propuesto.

El Gráfico 3 muestra que todos los que analizaron los cuerpos por separado justifican el movimiento acelerado del monociclo, hacia adelante o hacia atrás. La mayoría dibuja resultante de fuerzas sobre el niño de sentido opuesto a la resultante en el monociclo o no dibuja fuerzas sobre el niño. Sólo un 14% logra coherencia entre los DCL y el movimiento indicado en el enunciado.

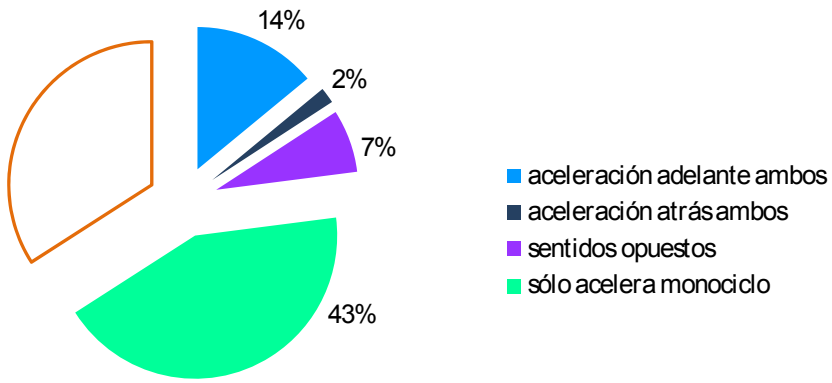


Gráfico 3: aceleración inferida del DCL de los cuerpos estudiados por separado (66% de la muestra)

Prácticamente la mitad de los que analizaron a ambos por separado dan cuenta de MM en los que se reconoce el carácter vectorial de las fuerzas, identificando alguna fuerza

hacia adelante ya sea en el niño o en el monociclo. La gran mayoría de este grupo muestra en sus DCL que sólo sobre uno de los elementos (en general el monociclo) actúan fuerzas en el sentido de la aceleración y no justifican el movimiento en el otro elemento. Dentro de este grupo la tercera parte considera que el niño ejerce una fuerza F sobre el pedal del monociclo para producir su movimiento acelerado hacia adelante, como se ejemplifica en la Figura 3.

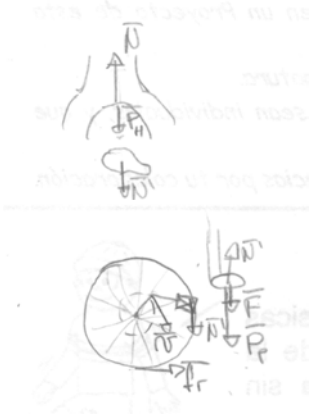


Figura 3: DCL de un alumno que propone un sistema "ampliado"

Algunos estudiantes incluyen una fuerza "fantasma" en el monociclo en el sentido de la aceleración sin indicar cuál es el cuerpo que la ejerce, sin aplicar explícitamente la Tercera ley de Newton.

La mayoría considera que el niño y el monociclo están relacionados sólo por la fuerza normal entre el niño y el asiento, con lo cual no pueden justificar el movimiento acelerado del niño: *el niño siente que el asiento lo sostiene y el asiento siente*

que el niño lo comprime verticalmente. La Figura 4 muestra un ejemplo de este grupo.



Figura 4: DCL indicando que el monociclo sólo sostiene al niño

Como se ha señalado, el 34% de los estudiantes realiza el DCL del niño junto con el monociclo. Como se muestra en el Gráfico 4, todos los DCL de estos estudiantes corresponden a un sistema acelerado. La mayoría incluye una fuerza de roce hacia adelante que permite justificar el movimiento propuesto, de modo que el DCL que elaboran es coherente con lo establecido por la segunda ley de Newton.

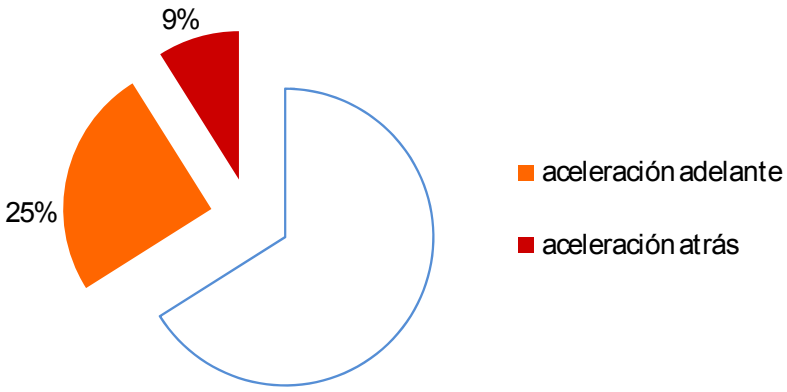


Gráfico 4: Aceleración inferida a partir del DCL de los cuerpos estudiados como un conjunto (34% de la muestra)

Comentarios Finales

La mayoría de los estudiantes realizan los DCL por separado asociándole aceleración sólo al monociclo, lo cual permite inferir que lo hacen a partir de MM en los cuales el monociclo es visto como el "agente" que debe estar acelerado para llevar al niño. De este modo, asignan un carácter pasivo al niño en cuanto al tipo de movimiento, asociando la aceleración a una "máquina" o elemento inanimado.

Los estudiantes que realizan los DCL considerando al niño moviéndose en el monociclo como un único cuerpo elaboran MM completos y coherentes que justifican el movimiento conjunto. Puede interpretarse que rescatan de su MLP algunos de los ejemplos discutidos en clase como la explicación de caminar aceleradamente o transportar objetos sobre una bandeja en forma acelerada.

El menor rendimiento (en el sentido de coherencia con el modelo conceptual de la dinámica) de los estudiantes que realizaron los DCL por separado, puede explicarse a la luz de la

teoría de Johnson- Laird. Estos estudiantes deben desarrollar MM más complejos, compuestos por dos elementos, incluyendo las relaciones entre ellos y con otros cuerpos del medio ambiente. La construcción y manipulación de tales modelos implican un costo cognitivo que resulta en actuaciones más pobres. Pueden mencionarse algunos casos de planteamiento de un sistema "ampliado" incluyendo diagramas individuales del niño, la rueda, el pedal y el asiento. Éstos se relacionan con modelos situacionales más intuitivos que tienen en cuenta la fuerza que se debe ejercer en el pedal para ponerse en movimiento. Se infiere que la mayoría de los estudiantes realizan los DCL por separado porque rescatan de su MLP problemas resueltos en el aula que involucran varios cuerpos. Asumen este costo cognitivo a cambio de rescatar de su MLP la resolución de un "problema tipo de cuerpos en contacto" que les permite establecer una analogía.

Se ha observado que muchos estudiantes, independientemente del sistema de estudio seleccionado, incluyen una fuerza fantasma hacia adelante, lo cual implica una revisión o ajuste del modelo para dar coherencia al movimiento acelerado. Da cuenta de un sesgo facilitador o de economía cognitiva que les lleva a fallas en la interpretación de las fuerzas como interacciones, puesto que esta fuerza "fantasma" entra en conflicto con la tercera ley de Newton. Esta ley claramente establece el carácter de las fuerzas como interacción, indicando las características de los atributos vectoriales del par de interacción (módulo, dirección y sentido).

Por otro lado, algunos estudiantes incluyen una fuerza en la dirección de la aceleración pero de sentido contrario a la misma. Esto se atribuye a la presencia de un sesgo facilitador o de economía cognitiva al tener en cuenta sólo la dirección del vector aceleración. Estos estudiantes al parecer tienen claro que

"la fuerza es causa de una aceleración", pero no tienen en cuenta todos los atributos del vector.

Es interesante destacar que sólo unos pocos consideraron al pedal como un elemento relevante de su MM, de modo que la fuerza que el niño aplica en los pedales es la que hace avanzar al monociclo. Esto da cuenta de la conformación de un MM con fuerte correlato perceptivo, pues su experiencia cotidiana de andar en bicicleta les permite afirmar que el móvil avanza cuando se empieza a pedalear. Uno de los estudiantes explicitó en un texto junto al DCL su dificultad para integrar este modelo intuitivo con sus conocimientos de Dinámica de la partícula: "No sé cómo pasar la fuerza F que hace el pie sobre el pedal para que la rueda tenga aceleración", dibujando una fuerza F vertical hacia abajo, como puede verse en la Figura 3. Si se tiene en cuenta que estos estudiantes aún no conocían el concepto de momento de una fuerza y menos aún el movimiento de un rígido en rototraslación, es llamativo que el conocimiento cotidiano no haya influido en la conformación de los MM de los demás alumnos. Primó en ellos el conocimiento almacenado en su MLP que les permitió rescatar un "problema tipo".

Como recomendaciones a tener en cuenta desde la didáctica, los resultados de este trabajo muestran la necesidad de seguir enfatizando el carácter de las fuerzas como interacciones. Como recurso didáctico se propone generar en los estudiantes el hábito de explicitar la tercera ley de Newton a la hora de identificar las fuerzas actuantes sobre un sistema físico para elaborar un DCL. Se han propuesto además otros recursos didácticos centrados en representaciones visuales, como los diagramas de interacción (DI) (Savinainen et al., 2013; Tiberghien, Vince and Gaidioz, 2009), que pueden orientar a los estudiantes en la conformación de MM coherentes y adecuados, con la consiguiente mejora en su capacidad de identificar las

fuerzas y construir DCL que les permita arribar a la meta. Asimismo se destaca la importancia de trabajar destacando los atributos vectoriales de las fuerzas como magnitudes físicas.

Bibliografía

Brookes, D. T. & Etkina, E. (2009). ''Force, ontology, and language'', *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res*. 5.

Chiou, G. (2013). Reappraising the relationships between physics students' mental models and predictions: An example of heat convection. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 9.

Johnson - Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press.

Llonch, E.; Rosolio, A.; D'Amico, H.; Sánchez, P. (2011). Sesgos en la resolución de un problema de dinámica. *Memorias XVII Reunión de Educación en Física*, Córdoba, Argentina.

Nguyena, N & Meltzerb, D. E. (2003) Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics courses. *Am. J. Phys.* 71, 630.

Perkins, D. N., Farady, M. & Bushey, B. (1991). En Voss, Perkins & Segal (Eds.), *Informal Reasoning and Education* (pp. 83-105). Hillsdale, New Jersey: LEA.

Potgietera, M., Malatjeb, E., Gaigherc, E. & Venterd, E (2009). Confidence versus Performance as an Indicator of the Presence of Alternative Conceptions and Inadequate Problem-Solving Skills in Mechanics. *International Journal of Science Education*, 32 (11), 1407–1429.

Rosengrant, D, Van Heuvelen, A & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res*. 5.

Sánchez, P. (2011). *Las representaciones mentales en la resolución de problemas de mecánica clásica*. Tesis de Doctorado en Psicología. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Psicología, UNED, Madrid, España.

Savinainen, A., Mäkynen, A., Nieminen, P. & Viiri, J. (2013). Does using a visual-representation tool foster students' ability to identify forces and construct free-body diagrams? *Physical Review Special Topics - Physics Education Research* 9.

Scherr, R.E. & Redish, E. F. (2005) Newton's zeroth law: Learning from listening to our students, *Phys. Teach*. 43, 41

Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (1), 1-16. Consultado el 05 de Mayo de 2013 del sitio http://www.r.org/pdf/155/15510104.pdf

Tiberghien, A., Vince, J & Gaidioz, P. (2009). Design-based research: Case of a teaching sequence on mechanics, *Int. J. Sci. Educ*. 31, 2275

Wendel, P. (2011) Adding value to force diagrams: Representing relative force magnitudes, *Phys. Teach*. 49, 308.

Posicionamientos Contemporáneos de la Ciencia en la Escuela. Nuevas Racionalidades en la Enseñanza y la Formación de Profesores

Luna, María Virginia[1]*; Concari, Sonia Beatriz*[2]

1: Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de Entre Ríos.
Alameda de la Federación 106, Paraná (3100). Argentina
2: Facultad Regional Rosario. Universidad Tecnológica Nacional.
E. Zeballos 1341 (2000) Rosario. Argentina
virginialuna11@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta avances de una investigación en curso que concibe a la enseñanza de la Física y a la formación de profesores como parte de una trama de prácticas históricamente situadas. La perspectiva teórico-metodológica se ha construido en relación a los aportes del francés Michel Foucault en sus diferentes aproximaciones a las relaciones entre poder, sujeto y verdad desarrolladas en el período 1976-1979.

En esta oportunidad nos interrogamos acerca de la posición que asumen actualmente las ciencias experimentales en

las políticas estatales para la educación secundaria a través del concepto de racionalidad estatal para la enseñanza de la Física. Recurrimos al análisis de documentos estatales nacionales contemporáneos. Nuestra hipótesis de trabajo es que los procesos de estratificación inéditos por los que atraviesa actualmente la escuela secundaria junto a las políticas de universalización del nivel producen nuevas modalidades de problematización de lo institucional, de lo curricular y del trabajo docente.

Palabras Clave: Enseñanza de la Física; Escuela secundaria; Formación docente; Racionalidad estatal

Introducción

Se concibe a la formación como parte de un entramado de prácticas sociales, políticas, discursivas. Su delimitación como categoría de análisis se ha ido construyendo mediante el análisis de condiciones históricas concretas en las que ella se ha ido recortando. En esta oportunidad nos proponemos analizar rasgos de la racionalidad estatal contemporánea vinculada a los modos en que presenta la inserción de las ciencias en el currículum de la escuela media. Dicha racionalidad constituye un dominio históricamente situado al interior del cual se problematiza la nueva configuración de la escuela secundaria en nuestro país. Nuestra hipótesis de trabajo es que esta situación de fragmentación socio-educativa, unida a la demanda oficial de universalización del nivel, desemboca en una peculiar forma de posicionar a las ciencias en la escuela y de articular demandas a la formación del profesor.

Perspectiva Teórico-Metodológica

El trabajo de investigación más amplio[5] en el que se enmarca este avance comprende un camino teórico-metodológico cuyas categorías centrales de trabajo son las de *prácticas de problematización de la enseñanza de la Física* y *racionalidades en la formación docente en Física*.

Tomamos aportes de los análisis genealógicos de Foucault, sobre todo del período 1976-1979, donde ha sido relevante para nuestro trabajo la recuperación de la trilogía de lecciones dictadas en el Collège de France: ***Defender la sociedad*** de 1976 (Foucault, 2000), ***Seguridad, Territorio, Población*** de 1978 (Foucault, 2006) y ***El nacimiento de la biopolítica*** de 1979 (Foucault, 2007). Para comprender las inscripciones históricas del problema de la enseñanza y la formación apelamos al criterio de construir inteligibilidad a las prácticas mediante "entradas tácticas" (Foucault, 2006). Esto supone encontrar los puntos a partir de los cuales se dan procesos, conflictos, problemas que pueden entrar al campo de la enseñanza y de la formación y otorgarle una cierta racionalidad. Esta posición metodológica se interroga por las condiciones múltiples que han debido cumplirse para pronunciar discursos y orientar acciones de intervención considerados legítimos sobre, por ejemplo, la formación docente o la enseñanza de la Física.

Es en las lecciones de Foucault sobre la noción de gobierno (Foucault, 2006) y sobre el nacimiento de la biopolítica (Foucault, 2007) donde encontramos elementos para

[5] Tesis en curso "*Formación para la enseñanza de la Física: momentos, discursos y regulaciones didácticas*". Doctorado en Humanidades y Artes, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario.

interrogarnos sobre las acciones estatales referidas a la ciencia escolar y a la formación de docentes. Sus criterios metodológicos permiten aproximarnos a las condiciones históricas en las que el despliegue de acciones estatales concretas va conformando al mismo tiempo nuevos objetos de saber y de intervención. Foucault no concibe el estado como una fuente de poder en sí mismo sino como un efecto de unas ciertas *prácticas de gubernamentalidad*. Estas comprenden una redefinición de sus investigaciones conforme se desplaza desde el análisis del poder disciplinario hacia el estudio del biopoder y la gubernamentalidad. Biopoder es un concepto que surge del estudio de un conjunto de prácticas que buscaban, según Foucault, en el momento de la consolidación del capitalismo, regular cuestiones de vida, natalidad, enfermedad, alimentación, seguridad, urbanización, muerte, etc., de un nuevo objeto de intervención política: la población. Estas prácticas son conceptualizadas por este autor como prácticas de gubernamentalización, cuyo objetivo sería conducir -a una escala general- las conductas de los individuos. La estadística, el higienismo y la economía política son tipos de saberes que surgen para indicar a una escala nacional o global los movimientos regulares e irregulares de la población.

De acuerdo a lo expuesto, los conceptos de gobierno y gubernamentalidad constituyen el eje teórico-metodológico donde, para Foucault, cobra sentido la interrogación por el Estado, pues ésta es una figura que toma la fisonomía que le conocemos en tanto lo describe como un efecto general de esta nueva forma de poder. El autor analiza el momento en que el papel de los consejeros, sabios y prudentes que marcaban límites y orientaban a la razón gubernamental se desdibuja para dar paso al protagonismo de los expertos económicos, cuya tarea será decir verazmente desde la economía política cuáles son los

mecanismos que el gobierno manipula (Foucault, 2007, p.35). Un concepto importante que presenta el autor en las lecciones es el de *regímenes de veridicción*. Este refiere a las reglas de juego que al interior de una práctica y de sus relaciones de fuerza delimitan la producción, la circulación y el funcionamiento de enunciados legítimos.

Por otro lado, hemos considerado aportes de estudios sociológicos recientes que describen rasgos de los sistemas educativos latinoamericanos y han construido el concepto de *fragmentación educativa*. Creemos que a partir de la explicación de estos procesos de estratificación social y educativa podemos identificar un suelo de condiciones para la emergencia de una nueva racionalidad estatal para la enseñanza de las ciencias y se vislumbra la aparición de un novedoso régimen de verdad para la formación y el trabajo del docente.

Varias investigaciones (Alonso, 1999; Waquant, 2007; Saraví, 2007; Soldano, 2008) coinciden en el señalamiento de la profunda reestructuración de las sociedades -tanto centrales como periféricas- en el marco de los procesos de globalización. En el caso de Argentina autores describen las transformaciones de la estructura socio-económica en las últimas tres décadas, donde señalan el paso relativamente abrupto de una sociedad con una importante movilidad a través del trabajo asalariado y de la distribución igualitaria de bienes públicos a una nueva composición socio-espacial enunciada como fractura social (Saraví, 2007). En el caso de la educación pública, Katzman (2001) habla de un proceso inédito de ***estratificación de los circuitos educativos*** para mostrar el progresivo debilitamiento de solidaridad y reciprocidad entre sectores sociales diferentes. Tiramonti (2004) analiza para el caso del nivel medio los cambios en los factores de estratificación escolar y muestra que en realidad ya no puede hablarse de *segmentación* del sistema

educativo argentino, sino de su ***fragmentación***. Para esta autora comenzó a descomponerse el papel de la escuela como portadora de una propuesta universalista que expresaba a una comunidad. Su trabajo empírico en diversas escuelas de Capital Federal arrojó fuertes diferencias en las metas, los marcos normativos, las propuestas curriculares y los sentidos institucionales forjados entre aquellas escuelas que atendían a sectores de élite, de clases medias y de sectores pobres, a la vez que singulares heterogeneidades entre instituciones que atendían a un mismo sector socio-económico.

A partir de los elementos de análisis que expone este marco de referencia, nos proponemos reconstruir rasgos de las condiciones de aparición de prácticas sociales en torno a las cuales emergió un modo histórico singular de recorte y enunciación del problema de la enseñanza de las ciencias y de inserción de la Física en el espacio escolar.

Resultados

Modalidades de problematización de la escuela media en dos momentos históricos

En otros avances (Luna, 2012; Luna y Concari, 2012 y 2013) analizamos rasgos de la conformación de un dominio especializado de saberes sobre la enseñanza de la Física hacia la década de 1960 en Argentina, en el marco de la consolidación de la figura del científico profesional, de las políticas desarrollistas y de la intervención de organismos intergubernamentales en los lineamientos económicos y educativos de países latinoamericanos, todo ello en un contexto de expansión

matricular de la escuela secundaria. Allí la cuestión del desarrollo nacional traía a debate la función de la ciencia y la tecnología como motores de una nueva etapa, al tiempo que la expansión matricular del secundario colocaba a la ciencia escolar ante nuevos desafíos. Desde el punto de vista del campo científico profesional la cuestión era activar el desarrollo científico, social y económico del país y generar vocaciones científicas en los adolescentes que aseguren una continuidad generacional a la práctica científica e impulsen el desarrollo (Luna y Concari, 2012), tal como eran entendidos en ese momento. En la medida en que comienza a haber una fuerte intervención de organismos intergubernamentales (como la OEA) y de los físicos profesionales en relación a los contenidos y metodologías de trabajo en la enseñanza de la Física empieza a delimitarse un dominio de prácticas y discursos en torno a la noción de "mejoramiento" de la enseñanza. En este marco el problema del profesor ya no será, como lo fue hasta mediados de siglo, el tipo de formación previa recibida (profesor titulado, profesional dedicado a la enseñanza) sino su aproximación o alejamiento de los saberes legitimados por la comunidad científica.

Creemos que en el régimen discursivo sobre la enseñanza de la Física que irrumpe en la década de 1960 la escuela era pensada como un espacio potencial creador de vocaciones científicas y de futuros ciudadanos/trabajadores que contribuirían al desarrollo económico y social del país. El problema allí era cómo transmitir eficazmente un cúmulo de conocimientos abstractos generados por los campos de investigación en ciencias a una masa de población creciente. Las problematizaciones relacionadas a la mejora de la enseñanza se ligaban, sobre todo, a la cuestión de lograr un mayor acercamiento entre los saberes legitimados por la comunidad científica y los saberes de los profesores en ejercicio. La

preocupación por la formación del profesor tenía que ver con una interpelación concreta al campo disciplinar de la Física como modo de lograr la "actualización", "mejora" o "perfeccionamiento" de la enseñanza (Luna y Concari, 2012; 2013).

En la actualidad, en cambio, podemos advertir transformaciones en la posición de las ciencias conforme se han constituido nuevas interpelaciones sociales a la escuela secundaria. Los discursos oficiales sobre el nivel secundario y la formación docente delinean nuevas contornos para la escuela, la cual ya no es concebida como un espacio generador de vocaciones científicas sino como un entorno garante de derechos sociales básicos. La problemática que circunda a la escuela media no es ya el desarrollo económico sino la desigualdad enunciada en términos filosófico-políticos. Esta situación conlleva consecuencias en diversos órdenes relacionados: la constitución de una cierta institucionalidad para el nivel secundario, de un recorte específico curricular de las ciencias y un nuevo régimen discursivo para la formación de profesores.

La enseñanza de las ciencias en la racionalidad estatal actual

Sobre todo a partir de la sanción de 2008 como el "Año de la enseñanza de las ciencias", proliferaron una serie de enunciaciones estatales sobre la relación entre la escuela media y las ciencias. En ocasión de la presentación de las estrategias oficiales[6] para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias,

[6] Ver al respecto la síntesis del Primer Encuentro Nacional "Las ciencias en los ISFD" organizada por el Área de Desarrollo Profesional del INFoD en http://portales.educacion.gov.ar/infd/noticias/transformar-la-practica-de-la-ensenanza-y-el-aprendizaje-de-las-ciencias/

funcionarios nacionales explicaban que esas iniciativas se trataban de:

"…una cuestión de igualdad social, de desarrollo local y nacional… Las ciencias y las matemáticas tienen que ser para todos, porque nadie sabe el techo de un pibe. Más enseñanza es lo que posibilita el desarrollo individual y colectivo de la infancia y la juventud argentina".

"No abonamos una perspectiva tecnocrática o cientificista, sino una perspectiva ético-política donde los docentes están comprometidos con la integración, la igualdad y acceso a todos los niños y jóvenes al conocimiento… Cuando los aprendizajes sean reales habremos concretado el derecho a la educación y la democratización del saber"

En primer término la enseñanza de las ciencias es una cuestión de igualdad social, es un imperativo político que se resuelve en el orden de los derechos mínimos, entendidos desde la perspectiva de la igualdad de oportunidades[7], y no tanto en un problema de orden económico. El punto de referencia del discurso se desplaza desde la alusión de un bienestar social general –casi inespecífico tal como aparece en discursos de la década de 1960- a una especificación concreta: el desarrollo debe ser de la infancia y la juventud como un colectivo.

Las ciencias deben ser "para todos" pero no en los mismos términos en que esto era pensado en los momentos desarrollistas. La democratización que atravesaba a los discursos de los momentos desarrollistas tenía que ver con una ruptura de las distancias entre la producción académica, las necesidades nacionales de desarrollo y la enseñanza escolar. Esta aspiración política respecto del rol de las ciencias estaba ligada al mismo

[7] F. Dubet (2011) en un trabajo reciente analiza las implicancias de dos perspectivas de justicia social: la igualdad de posiciones y la igualdad de oportunidades. Allí desenmascara el discurso hegemónico y alerta sobre las limitaciones que presenta la segunda opción para las democracias actuales.

tiempo con procesos de estandarización tanto dentro del campo de investigación de las ciencias[8] como de las prácticas pedagógicas. Se van delimitando prácticas de intervención de organismos intergubernamentales que progresivamente van tendiendo a lograr cierta uniformización de las prácticas de investigación en las ciencias y de los criterios de su enseñanza así como de los parámetros y temáticas que debía tomar la incipiente investigación educativa que comienza a instalarse en América Latina y Argentina (Luna y Concari, 2012 y 2013). La difusión de enfoques psicoeducativos como la instrucción programada para la enseñanza de la Física se vinculaba a la búsqueda de variables estables que se creía influían en el rendimiento de los alumnos en el marco del problema de la masividad y de la necesidad de convertir a la ciencia escolar en un elemento clave del desarrollo. La búsqueda de criterios mundiales comunes, o al menos "occidentales", de enseñanza se orientaba a una democratización del saber científico que reconociera en dicha uniformidad la salida hacia una organización social "justa" al interior de sociedades capitalistas democráticas desarrolladas o en vías de desarrollo.

El problema alrededor del cual la racionalidad estatal presenta actualmente la posición de las ciencias en la escuela es la complejidad para garantizar las condiciones de acceso, permanencia y egreso de los estudiantes del nivel medio ("Documento Preliminar para la discusión sobre la educación secundaria argentina", Ministerio de Educación de la Nación, 2008) en el marco de las políticas actuales de universalización del nivel. La democratización que se vislumbra hoy en las políticas oficiales no es de saberes sino de "sujetos" que son desiguales en el punto de partida. De este modo, la

[8] Con respecto a la estandarización de patrones de investigación y su influencia en Argentina puede verse Hurtado (2011).

racionalización de la ciencia ya no se pensará desde criterios uniformes sino particulares, contextuales, situacionales. Desde el momento en que las prácticas educativas están atravesadas por procesos de fragmentación, se torna indispensable hacer jugar la variable de lo particular y lo contextual en los discursos pedagógicos. Es precisamente este rasgo el que ingresa como un criterio fuertemente regulador en los nuevos discursos de la formación docente.

La interioridad peculiar y no generalizable de la escuela se convierte en un nuevo imperativo regulador del régimen de verdad que recorre los discursos sobre la enseñanza y la formación docente y se relaciona para nosotras con el carácter fragmentado del sistema educativo. En esta racionalización de la enseñanza el profesor debe estar entrenado para poder leer las diferencias contextuales y subjetivas que encierra cada institucionalidad para construir *"herramientas de intervención adecuadas a cada contexto"* (Proyecto de formación docente: Las ciencias en los ISFD, INFoD, Ministerio de Educación de la Nación, 2008). Es en este sentido que la noción de "práctica" circula, ordena los discursos de la formación docente de los últimos años y los introduce en nuevos juegos de verdad.

Por su parte la colección "Una escuela secundaria obligatoria para todos" (2010) nos proporciona elementos para analizar los rasgos de los desplazamientos acaecidos en las ciencias escolares en los últimos tiempos. Se trata de una serie de cuadernillos editados en conjunto por UNICEF, OEI, la Asociación Civil "Educación para todos" y el Ministerio de Educación de la Nación que brinda propuestas didácticas para temáticas específicas de cada disciplina escolar. Los distintos tomos de la colección obedecen al tratamiento de "capacidades" diferentes y su puesta en escena didáctica desde las diversas materias (Física, Matemática, Geografía, etc.). Así, por ejemplo,

en el tomo quinto la propuesta de Física presenta una organización del tema "Inercia" según un ordenamiento dado por la capacidad ***"Trabajar con otros***". Se pauta una secuencia didáctica de acuerdo a la primacía de dicha competencia: se discute en grupos, se hace una modelización, se presenta el concepto, se diseña una experiencia, se analizan sus resultados. El problema a partir del que se presentan los contenidos de Física es aquí también, la *desigualdad*. La escuela se presenta como un entorno protector de los derechos de la adolescencia, por lo que la enseñanza debe apelar a "estrategias" que ayuden a los jóvenes a tener "una escolaridad secundaria sin tropiezos", a "revertir las desigualdades en el punto de partida de la experiencia educativa".

Se podría aventurar que la posición social de la escuela en los momentos desarrollistas tenía que ver con responder a una creciente expansión matricular y al desarrollo de vocaciones científicas, mientras que ahora se erige como una institucionalidad que debe responder a la universalización del nivel en un terreno de fuerte desigualdad y fragmentación. De este modo, la ciencia escolar entra como parte de una problematización por el acceso a un derecho. En esta racionalización de la enseñanza el recurso al uso del laboratorio, por ejemplo, ya no cumple el rol de veridicción de los procesos científicos reales. A lo largo de la historia de la enseñanza de las ciencias la instancia experimental permitía –siempre que no fuera rutinaria- poner en contacto al alumno con los procesos llevados adelante por la ciencia profesional. De acuerdo al documento recién citado los procedimientos específicos de las ciencias naturales (planteo de hipótesis, armado de dispositivos, medición, registro de datos, el análisis de resultados y las conclusiones) entran en otro juego:

"El hacer y el hablar sobre los experimentos, negociando significados entre sus integrantes permite al grupo alcanzar algunos consensos e identificar diferencias de opinión al escuchar del otro la crítica de las propias ideas en función de producir una respuesta que identifique al grupo, algo que favorece, además, el trabajo con otros para articular y reflexionar en conjunto". (p. 16)

(…) "una concepción actualizada de la enseñanza de las ciencias naturales pretende que todos los ciudadanos no sólo conozcan los modelos o las teorías científicas más relevantes… Una característica de la actividad científica involucra el empeño de un gran número de personas de diversos países y en diferentes instituciones que se comunican entre sí… Una forma de avanzar en el conocimiento es reconociendo que existen distintos modos de mirar y de ver, como así tratar de contrastar puntos de vista y razonamientos diferentes". (p. 17)

Creemos que estos posicionamientos que va asumiendo la ciencia en el contexto escolar logran cierta articulación estratégica con la noción de "alfabetización científica". Esta es una perspectiva de enseñanza de las ciencias que emerge hacia la década de 1980 y toma como punto de partida una crítica hacia las políticas científicas y educativas que primaron en los países occidentales luego de la década de 1950. Los principales cuestionamientos se enfocan en señalar el carácter supuestamente elitista y super especializado que primó en lo que algunos denominan "la enseñanza clásica". Algunos sectores norteamericanos[9] durante el gobierno de Reagan calificaban de *peligrosa* la situación educativa de ese país debido a que la ciencia era concebida como un objeto económico-social más que cultural, lo cual tendía a crear una elite de investigadores y un

[9]Ver: National Commission on Excellence in Education. (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. The Elementar y School Journal, 113-130.

sistema de enseñanza fuertemente especializado. Algunos autores vinculados con este movimiento crítico, como el belga G. Fourez, sostienen que la educación científica no puede ser un fin en sí misma, sino que debe estar articulada a un proyecto de educación ciudadana. El saber científico cobraría sentido dentro de la escuela en tanto permitiría al estudiante lograr autonomía personal y solidaria y expresar sus razones para alcanzar consensos. En este sentido, lo que se pide al sistema educativo hoy es que el alumno pueda adquirir en su trayectoria escolar una familiaridad tal con las ciencias y las técnicas que le permita tener un lugar pleno en el mundo (Fourez, 2005) sin rigideces o super especializaciones disciplinares dominantes. En las aulas de ciencias no se aprenderían meramente contenidos sino, sobre todo, capacidades vinculadas al terreno de la ciudadanía responsable y autónoma.

En sintonía con ese enfoque recientes políticas educativas intentan priorizar el "mejoramiento" de la enseñanza de las ciencias naturales y la matemática como elemento clave de la formación ciudadana. Desde el año 2007 se emprendieron una serie de programas centrados en reformar las instituciones y planes de formación docente y en mejorar las condiciones económicas y materiales de las escuelas. Dichas políticas fueron proyectadas en base a las conclusiones elaboradas por una Comisión de expertos en las disciplinas y funcionarios[10]. Los principales problemas educativos enunciados por el informe final de esa comisión, y recogidos por la voz oficial del Ministerio de Educación, son el bajo rendimiento académico de los alumnos del país en las evaluaciones nacionales (sobre todo en las áreas naturales y exactas) y la necesidad de asegurar un mínimo de formación científica básica como condición para el "desempeño

[10] Comisión Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática conformada por el Ministerio de Educación, Res. SE 200/07

ciudadano"[11]. Cuando habla de la educación científica, la comisión aclara: *"no se trata de cualquier tipo de formación sino de una educación que además contribuya a la alfabetización científica del conjunto de la población, de manera que todos los ciudadanos podamos estar en condiciones de interesarnos en, e indagar sobre, distintos aspectos del mundo que nos rodea; poder tomar decisiones informadas acerca de cuestiones que afectan la calidad de vida y el futuro de la sociedad; de interesarse por, e involucrarse en, los discursos y debates sobre ciencias; y de arribar a conclusiones basadas en razonamientos válidos que incluyan, cuando corresponda, la interpretación de evidencia empírica".*

Conclusiones Parciales

A lo largo del trabajo intentamos marcar puntos de transformación de los modos de pensar la enseñanza de las ciencias, para lo cual recurrimos a resultados recientes de nuestra investigación documental más amplia. La recuperación de un momento histórico pasado no ha perseguido una estrategia de comparación para imputar avances o retrocesos al presente. Por el contrario, la pretensión es la de poner al descubierto la complejidad que envuelve a los procesos vinculados a la enseñanza de las ciencias y a la formación de profesores, entendidos como prácticas sociales históricamente situadas.

Como parte de este cierre parcial podemos decir que la obligatoriedad del nivel medio dispuesta por la Ley Nacional de Educación (2006) en el contexto social que describimos ha supuesto problemáticas nuevas y enormes desafíos para la

[11] Los referentes centrales que la comisión tomó en lo tocante al último punto son informes como la "Declaración sobre la Ciencia y el uso el saber científico" (UNESCO, Budapest, 1999) y "National Science Education Estandards" del National Research Council (Estados Unidos, 1996).

enseñanza media. Esto nos lleva a hipotetizar que los procesos combinados de la estructura fragmentada del sistema y universalización de la escolarización secundaria tienen como efecto la conformación de nuevos umbrales en los modos de racionalizar la formación docente y la enseñanza de las ciencias. Es posible aventurar que las nociones de ***entorno protector*** (como modo de plantear la institucionalidad de la escuela), de ***alfabetización científica*** (como perspectiva desde la que posicionar escolarmente las ciencias) y de ***práctica*** (como elemento articulador de los discursos de la formación de profesores) conforman aspectos de una misma serie actualmente operante en el terreno educativo que adviene al interior de la tensión resultante entre los procesos de fragmentación socio-educativa y las políticas de universalización de la escolaridad media.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos "Caracterización de la Formación Docente en Física en Argentina". PICT2006 1427. Facultad de Ingeniería Química - Universidad Nacional del Litoral y "Caracterización de la Formación Docente en Física en la Provincia de Santa Fe, Argentina". CAI+D 2009. Facultad de Ingeniería Química - UNL.

Bibliografia

Alonso, L. (1999). *Trabajo y ciudadanía. Estudios sobre la crisis de la sociedad salarial*. Trotta. Madrid.

Dubet, F. (2011). Repensar la justicia social. Contra el mito de la igualdad de oportunidades. Siglo XXI. Buenos Aires.

Foucault, M. (2000). *Defender la sociedad. Curso en el Collège de France 1975-1976.* Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

----------(2006). *Seguridad, territorio, población. Curso en el Collège de France 1978*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

----------(2007). *El nacimiento de la biopolítica. Curso en el Collège de France 1979.* Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

Fourez, G. (2005). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Colihue. Buenos Aires.

Hurtado, D. (2010). *La ciencia argentina. Un proyecto inconcluso 1930-2000*. EDHASA. Buenos Aires.

Kaztman, R. (2001). *Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. Revista de la CEPAL*. Diciembre. Santiago de Chile.

Luna. M. V. (2013). *Los proyectos de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en Argentina (1958-1980). Un nuevo régimen de veridicción en la enseñanza de la física*. Jornadas Regionales de Investigación en Humanidades y Ciencias Sociales. UNJu. Jujuy, Julio 2013.

Luna, M. V. y Concari, S. B. (2013). *La formación docente en las lógicas estatales contemporáneas. Nuevas racionalidades en la enseñanza de la física*. Memorias del 1º Workshop de Enseñanza de la Física en Argentina "Los desafíos de la investigación educativa y la formación docente". Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro. Mayo, Tandil, Argentina.

Luna, M. V. y Concari, S. B. (2012). La formación docente en física como discurso y práctica social. *Memoriasdel SIEF XI*. Esquel, Octubre 2012

National Commission on Excellence in Education. (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. The Elementary School Journal, 113-130

Saraví, G. (ed.) (2007). *De la pobreza a la exclusión. Continuidades y rupturas de la cuestión social en América Latina*. Prometeo-CIESAS. México.

Soldano, D. (2008). *Vivir en territorios desmembrados. Un estudio sobre la fragmentación socio-espacial y las políticas sociales en el área metropolitana de Buenos Aires (1990-2005*). En ZICCARDI, A., *Procesos de urbanización de la pobreza y nuevas formas de exclusión social. Los retos de las políticas sociales de las ciudades latinoamericanas del siglo XXI*. Siglo del Hombre Editores. CLACSO-Crop. Bogotá.

Tiramonti, G. (2004). La trama de la desigualdad educativa. Manantial. Bs. As.

Wacquant, L. (2007). *Los condenados de la ciudad. Gueto, periferia y Estado*. Siglo XXI. Buenos Aires.

Propuesta Didáctica en Base a la Producción Escrita de los Alumnos de Biofísica de Medicina

Aiziczon, Beatriz[1]; Cudmani, Leonor[2]

1: Cátedra de Biofísica, Facultad de Medicina, UNT

2: Inst de Física, Fac de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Tucumán

baiziczon@gmail.com, lcudmani@herrera.unt.edu.ar

Resumen

En este trabajo se evalúa el aprendizaje significativo en Biofísica de Medicina a través de lo que expresan los alumnos en el informe de laboratorio, como una introducción al estilo de publicación de trabajos científicos. La propuesta fue evaluada considerando procesos, resultados y la opinión de los alumnos, usando instrumentos que fueron analizados sistemáticamente a partir de los criterios que derivan del Modelo teórico encuadrado en el Modelo de Aprendizaje Significativo Ausubeliano. Los resultados muestran que la mayoría de los alumnos logra establecer relaciones significativas entre los conceptos, concluyéndose que la estrategia brindó un espacio privilegiado

para integrar aprendizajes brindando la posibilidad de interpretar principios biofísicos en el hombre adquiridos significativamente.

Palabras clave: Biofísica; Aprendizaje Significativo; Informe de laboratorio.

Introducción

***Contexto institucional*:**

Biofísica es una asignatura de segundo año de la Carrera de Medicina encuadrada en el Modelo de Recepción-Transmisión de enseñanza de las ciencias: exposición de teoría, aplicación de problemas de lápiz y papel e ilustración con prácticas de laboratorio. Ese contexto fomenta hábitos no reflexivos internalizados con los que el alumno asegura la aprobación de los exámenes tradicionales. La importancia de superar ese Modelo nos lleva a proponer actividades para integrar y sistematizar conceptos biofísicos relevantes en la enseñanza-aprendizaje de la Física del agua en los procesos vitales del hombre desde una perspectiva estructuralista. No se trata de una línea nueva de las autoras sino que en propuestas anteriores fueron fundamentadas, diseñadas y analizadas actividades para ser desarrollados en situación de aula en clases de 2 hs: a) activando subsunsores relevantes a partir de un organizador previo, b) organizando núcleos conceptuales fundamentales a partir de la construcción de mapas conceptuales considerando un Módulo titulado "De agua somos" (Ausubel, 1981; Moreira, 1983, 1999; Aiziczon y Cudmani, 2004).

En este trabajo analizamos una estrategia más que proponemos, planteando la elaboración de memorias científicas como trabajos de síntesis coherentes con el tratamiento científico del tema, relacionando la experiencia de laboratorio con los núcleos conceptuales fundamentales del tema. La organización lógica del *Sistema IMRD* (Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión) establece en los últimos 80 años una estructura convencional y universal para los artículos científicos. Por lo que se trata de enseñarles a los alumnos a presentar informes periódicos según las normas internacionales para artículos científicos, requieriendo esfuerzos de integración para responder a preguntas tales como: "*¿Cuál es el problema, cómo lo estudió, qué encontró y qué quieren decir esos resultados?*" (Martínez, 2004; Cudmani, 1998; González y Cudmani, 2006).

1. Objetivos de aprendizaje:

Interpretar procesos biofísicos en el hombre sobre la base de conceptos científicos adquiridos significativamente, incorporar estrategias de Evaluación formativa.

2. Objetivos de investigación:

Proponer un modelo coherente con teorías estructuralistas, derivar criterios desde los modelos que guíen el diseño y la implementación de estrategias de enseñanza/aprendizaje/evaluación, Diseñar e implementar una propuesta facilitadora de Aprendizaje Significativo, implementando actividades integradoras que den sentido a su

estudio, Analizar sistemáticamente los resultados en base a categorías a fin de evaluar la propuesta.

Marco Teórico

La importancia de superar el Modelo de Recepción-Transmisión de enseñanza de las ciencias apoyado en un aprendizaje centrado en el docente privilegiando las clases teóricas como principal estrategia, conduce a que la investigación didáctica se oriente a seleccionar criterios para aplicar nuevas estrategias en modelos más actuales.

1. Por lo expresado anteriormente nos proponemos rescatar criterios del contexto CTS (Ciencia Tecnología Sociedad) compatibles con el nuevo paradigma en Ciencias Médicas, que ponen el acento en la dimensión social y en familiarizar al alumno con el acceso a la información y la tecnología, otorgándole importancia al pensamiento crítico y la ética en la toma de decisiones responsables.
2. integrar al aprendizaje de conceptos biofísicos a cuestiones vinculadas a los problemas clínicos que favorezcan la percepción de su relevancia en la práctica profesional, brindando oportunidades para relacionarlos con asignaturas de distintos años de la carrera (Aiziczon y Cudmani, 2010).

Este trabajo forma parte del Proyecto de investigación "Transferencia de resultados de investigación en la superación de dificultades en el aprendizaje de conceptos y procedimientos en ciencia y tecnología" (CIUNT, 2005-2008 y 2008-2013). Se partió de preguntas de investigación provenientes de nuestra

experiencia docente, que reflejan los principales obstáculos encontrados empíricamente en la enseñanza de Biofísica y de la bibliografía relacionada. La identificación de factores subyacentes permitirá derivar criterios que guíen estrategias superadoras coherentes con el Modelo de Aprendizaje Significativo.

Consensos logrados entre teorías estructuralistas:

Para guiar la investigación fue adecuada a los siguientes consensos: El conocimiento es una construcción (reconstrucción, co-construcción); la construcción enraizada en la estructura cognoscitiva previa para que adquiera significación y estabilidad (investigar ideas previas e identificar conceptos inclusores); integrar conceptuaciones, fines, metodologías, ontologías, para generar cambios significativos estables de la estructura cognoscitiva; el rol del alumno como protagonista responsable de su aprendizaje; el rol docente como facilitador (generador de situaciones de aprendizaje); importancia de la interacción social para favorecer estos cambios.

El aprendizaje significativo

Es un proceso dinámico en el cual el alumno construye significados idiosincrásicos sobre la base de principios, conceptos y proposiciones, a partir de la disponibilidad de conceptos relevantes e inclusivos; centra su atención en la naturaleza del aprendizaje humano escolarizado; señala que el factor cognitivo más importante para generar estrategias de aprendizaje significativo y retención de los conocimientos, es conocer y tener en cuenta la estructura cognitiva del alumno en su contenido

sustantivo y en la organización de ese conocimiento; la interacción con el nuevo material, en función de ese anclaje, produce su asimilación y modificaciones significativas en la estructura cognitiva; otras propuestas desde el Pensamiento Complejo contribuyen reuniendo y organizando los conceptos como "un saber necesario para la educación del futuro" (Morin, 2002).

Criterios para diseñar estrategias facilitadoras de Aprendizaje Significativo receptivo:

Implica facilitar el pasaje de la estructura conceptual de la disciplina a la estructura cognitiva del alumno de manera significativa, promoviendo su claridad y estabilidad a partir de conceptos subsunsores que promuevan su integración con los nuevos conocimientos (Moreira, 1983; Moreira y Caballero, 2008): 1*. Facilitación sustantiva* identificando los conceptos relevantes, organizándolos, investigando la disponibilidad de subsunsores para el anclaje de estrategias de aprendizaje significativo, y concentrando el esfuerzo instruccional en ellos. *2. facilitación programática* promoviendo la organización jerárquica de conceptos mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa, determinando la estructura lógica de los temas, organizándolos secuencialmente, favoreciendo la consolidación del aprendizaje, considerando la disponibilidad de conceptos relevantes subsunsores.

Ausubel (1981) sostiene que el aprendizaje significativo puede facilitarse utilizando estrategias y materiales educativos que impliquen la participación activa del estudiante y el manejo crítico de la información, considerando el significado lógico del

material potencialmente significativo y el significado psicológico que implica la predisposición a aprender significativamente.

El modelo de instrucción "por investigación":

La estructura problematizada permite integrar información (Barrows y Tamblyn, 1980; Venturelli, 2000; Alonso Sánchez et al, 1996; IIME, 2002), enfrenta al alumno a situaciones significativas generando oportunidades para reflexionar, debatir y elaborar memorias científicas (Verdú et al, 2002) otorgando sentido a su estudio y aproximando al alumno a su futura práctica profesional, reduciendo el currículo a los conceptos que puedan ser bien aprendidos y recordados a largo plazo (Gil Pérez et al 1995; Gil Pérez, 2000), potenciando el aprendizaje de conocimientos científicos, el compromiso con la tarea, y favoreciendo el cambio conceptual, epistemológico y actitudinal.

La evaluación formativa, coherente con un Marco Teórico constructivista, reorienta el proceso de enseñanza aprendizaje, por lo que resulta conveniente evaluar todas las producciones del alumno (Cudmani, Pesa y Salinas, 1986). En ese contexto, los informes de laboratorio realizados por los alumnos pueden considerarse un recurso para desarrollar la habilidad de comunicar por escrito Memorias Científicas ofreciendo una síntesis cuidadosamente redactado de sus conclusiones y reflexiones.

Criterios que guían las estrategias de aprendizaje: Facilitar el Aprendizaje Significativo, identificar conceptos clave y su estructura jerárquica, integrar núcleos conceptuales, utilizar la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa como estrategias de aprendizaje y como instrumento de evaluación

formativa, desarrollar habilidades de estudio autodirigido, favorecer la reflexión crítica, aumentar la motivación, aprender en un contexto similar al profesional, promover el razonamiento clínico, identificar modelos conceptuales del alumno e ideas previas, activar subsunsores (Aiziczon y Cudmani, 2010a).

Entre l*as Competencias profesionales del Médico* establecidas en los Contenidos Curriculares Básicos para la Carrera de Medicina (Res. Nº 1314, 2007) se señala: 12. "Utiliza el pensamiento crítico, razonamiento clínico…, metodología de investigación científica en la búsqueda de información…" 13. "Busca información en fuentes confiables" 14. "Analiza críticamente la literatura científica, 20. "Desarrolla actividades de autoaprendizaje y/o de estudio independiente…". Algunos *Estándares* para acreditación se describen según las *Competencias profesionales del Medico*: "Desde los primeros años de la Carrera se debe ofrecer a los alumnos experiencias educacionales que favorezcan la integración y/o articulación de los conocimientos" (II.2). Estos estándares y competencias se consideran también como *objetivos* en este diseño curricular.

Metodología

Caracterización del marco contextual:

La experiencia se realizó en el marco de los trabajos prácticos de Biofísica en 2° año de la carrera de Medicina; el dictado tradicional requiere del docente y el ayudante estudiantil realizar actividades de laboratorio y problemas de lápiz y papel, sin espacios curriculares que faciliten esfuerzos de integración de los conceptos biofísicos introducidos. La propuesta se

implementó con 20 alumnos y duró seis semanas distribuidas en un encuentro semanal de dos horas cada una. Hubo que adaptar el diseño a las exigencias del cursado de la asignatura considerando que fue posible trabajar con dos comisiones de 10 alumnos cada una.

Metodología de enseñanza:

La propuesta metodológica está basada en estudios previos de las autoras que ya se venían probando con alumnos para la enseñanza de la unidad clásica "Soluciones" (Aiziczon y Cudmani, 2004, 2010b). Esta estrategia propone la redacción del informe de laboratorio como actividad para integrar núcleos conceptuales. Su diseño fue realizado a partir de los criterios que derivan del Modelo de Aprendizaje Significativo propuesto por Ausubel por sus aportes al aula de clase y se complementa con el modelo de Resolución de problemas bajo la guía del docente como experto y el Aprendizaje Basado en Problemas ABP, con los criterios CTS y de la Epistemología de la Complejidad (Morin, 2002).

Nos enfrentamos al desafío de diseñar actividades centradas en el alumno considerando que puedan ser evaluadas ajustándose a la marcha de ciclo lectivo. Pese a lo adverso del contexto intentamos generar cambios tendiendo hacia una enseñanza más acorde con nuestro marco teórico. Se optó por una estrategia que favoreciera el contacto con la publicación científica para desarrollar los conceptos biofísicos involucrados. Se requirió un informe de laboratorio a distancia a fin de introducirlos en la presentación de trabajos científicos. A fin de orientarlos se les proporcionó una guía que se reproduce en el anexo 1. La Evaluación formativa estuvo apoyada en las

Memorias Científicas de los alumnos. La devolución de los informes sirvió para reforzar los conceptos biofísicos fundamentales y discutir los distintos enfoques. Al finalizar los alumnos tuvieron una evaluación sumativa (Parcial) según las exigencias curriculares.

Unidad "De agua somos": **A.** *Contenidos*: el agua como solvente universal del organismo, dispersiones, propiedades coligativas de las soluciones, presión osmótica, conductividad y pH, osmolaridad del plasma sanguíneo, soluciones isotónicas. Enfoque para biofísica de medicina centrado en el hombre. **B.** Actividades en el aula: Introducción teórica. 2 problemas de lápiz y papel. Experiencias de Laboratorio: Determinar: 1. el descenso crioscópico de soluciones; 2. la Osmolaridad del plasma. 3. la conductividad de soluciones 4. el pH de orina. **C.** Evaluación: 1. Evaluación formativa integradora a distancia: Evaluación C1 del *Informe de laboratorio a la manera de un trabajo científico* (Actividad individual a distancia: (Memorias Científicas MC1,MC2,MC3,MC4). Identificar e integrar conceptos biofísicos de la teoría con la práctica de laboratorio). Devolución en plenario de los informes. Síntesis y conclusiones. 5. Cierre.
2. Evaluación Sumativa individual: Evaluación C2.: Parcial. 3. Evaluación de la estrategia: Encuesta de opinión a los alumnos.

Tabla N° 1: Guía de actividades

Metodología de investigación.

Descripción de los instrumentos para la recolección de datos:

Para evaluar los resultados obtenidos se usaron instrumentos que fueron analizados sistemáticamente en términos de categorías y dimensiones seleccionadas; la recolección de datos involucró todas las producciones del alumno; se tuvo en cuenta procesos, resultados y la opinión de los alumnos, dado que facilitar el aprendizaje significativo implica considerar la concepción del currículo, la estructuración del trabajo en el aula, la modalidad de las actividades, la introducción de conceptos y la evaluación (González y Cudmani, 2006):

A. *Instrumentos diseñados para evaluar el aprendizaje de los alumnos:* 1. *evaluación formativa individual* se analizaron los informes de laboratorio que realizaron (*Memorias Científicas MC1, MC2, MC3 y MC4*). 2. *evaluación sumativa individual* se tomó un examen escrito (*parcial*).

B. *Instrumento para evaluar la estrategia*: se entregó una *encuesta de opinión anónima a los alumnos* luego de la evaluación final.

Resultados y Discusión

Análisis de los datos recogidos:

Identificación de Categorías y Dimensiones de análisis de la propuesta:

Se utiliza un enfoque interpretativo basado en la sistematización de los resultados obtenidos en Dimensiones y Categorías a partir del marco teórico explícito y del análisis ordenado de los datos. Se procedió a cuidadosa lectura y relectura de los datos recogidos a fin de interpretar y fundamentar las conclusiones. Se analizaron 20 producciones individuales de cada actividad según las dimensiones y categorías que se explicitan en el cuadro. La teoría cognitiva del Aprendizaje de Ausubel guía el análisis de los informes de laboratorio. Los resultados obtenidos se expresan en porcentajes (%) para cada dimensión y categoría de las Memorias Científicas Por razones de espacio solo se incluyen las tablas referidas a los informes de laboratorio, y se realiza una tabla general que representa la evaluación total de las cuatro memorias científicas.

Categorías y Dimensiones de análisis (Aiziczon y Cudmani, 2004)[12]

D1 *Identificación de núcleos conceptuales fundamentales*

1.1 Correctas[13] 1.2 incorrectas 1.3 parcial

[12] Los interesados en este texto pueden solicitarlo a los autores (ver e-mail)

Aiziczon B., Cudmani L. (2004) "*El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final*" "Memorias de SIEF7. Séptimo Simposio de Investigadores en Educación en Física" Santa Rosa. La Pampa.

[13] no es una consigna rígida, solo compatible con lo científico

D2 *Relaciones significativas entre conceptos* 2.1 si 2.2 no 2.3 parcial

D3 *Ordenamiento Jerárquico* (Novak y Gowin, 1988) 3.1 si 3.2 no

D4 *Creatividad en el diseño* 4.1 poco frecuente 4.2 originales 4.3 no originales

D5 Comunicación por escrito 5.1 clara 5.2 poco clara

Informe de laboratorio		D1 Estructura conceptual			D2 Estructura relacional			D3 Estructura jerárquica		D4 creatividad			D5 Comunicar	
		100%			100 %			70%		80%			70%	
		1.1	*1.2*	*1.3*	*2.1*	*2.2*	*2.3*	*3.1*	*3.2*	*4.1*	*4.2*	*4.3*	*5.1*	*5.2*
%	*MC1*	90	0	10	80	10	10	70	30	10	80	10	70	30
	MC2	80	10	10	90	-	10	80	20	0	80	10	80	20
	MC3	90	0	10	90	-	10	80	20	0	70	30	90	10
	MC4	90	0	10	90	10	0	90	10	10	70	20	90	10

Tabla N° 2: Dimensiones y Categorías del Informe de laboratorio (% Promedios)

Dimensiones y Categorías "Evaluación del Aprendizaje Significativo. Informe de laboratorio"															
% C		*D1 Identificar correctamente*			*D2 Relacionar Significativamte*			*D3 Organiz Jerárquica*		*D4 Creatividad en el diseño*			*D5 Comunic escrita*		*Eval final*
		Núcleos conceptuales			*Integrar Teoría/práctica*			*Ordenar Datos/ideas*		*Relac cruzadas Conclusiones*			*Ideas, Resultados*		*concep to*
		1.1	*1.2*	*1.3*	*2.1*	*2.2*	*2.3*	*3.1*	*3.2*	*4.1*	*4.3*	*4.2*	*5.1*	*5.2*	
1	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	30	MB
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	100	0	EX
	C3	70	10	20	70	0	30	70	30	20	60	20	70	30	*MB*
	C4	60	0	40	60	10	30	60	40	20	60	20	70	30	*B*

Tabla N° 3: Evaluación final y concepto: Ejemplo de cómo se trabajó con las Dimensiones y Categorías para la Evaluación del Aprendizaje Significativo de cada alumno en base al Informe de laboratorio (%). (Más detalles en Anexo 2)

C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C1	MB	Ex	EX	EX	MB	B	B	R	EX	B	R	B	MB	Ex	B	B	MB	EX	B	EX
C2	EX	EX	EX	EX	EX	MB	B	R	Ex	B	B	R	EX	MB	B	B	EX	EX	MB	EX
C3	*MB*	EX	EX	MB	EX	EX	R	B	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	R	*MB*	MB	EX	EX
C4	*B*	MB	MB	EX	MB	EX	MB	MB	EX	MB	MB	B	EX	Ex	MB	MB	*B*	EX	EX	MB

Tabla N° 4: Dimensiones y Categorías "Evaluación formativa del Aprendizaje Significativo a partir del Informe de laboratorio."

Encuesta de opinión a alumnos:

Las dimensiones y variables se definieron considerando las características contextuales de la investigación y el marco teórico. Como respuesta a los ítems formulados se obtuvieron los porcentajes para cada alternativa establecida para medirla.

Distribución porcentual de las respuestas a las preguntas de la Encuesta de opinión a alumnos correspondiente a cada dimensión (Items)	*si*	*Mas o menos*	*no*
1.¿el informe de laboratorio te ayudó a comprender el tema?	*90%*	*10%*	*0%*
2.¿Has podido identificar los conceptos más importantes?	70%	20%	10%
3.¿Has podido relacionar conceptos para integrar la información?	70%	30%	0%
4.La necesidad de hacer el informe de laboratorio ¿favorece el aprendizaje de conceptos Biofísicos?	100%	0%	0%
5.Te permitió ver a Biofísica como necesaria para comprender problemas clínicos?	80%	20%	0%
6.¿Consideras que Biofísica es importante en tu formación como Médico?	90%	10%	0%
7.El rol del docente como facilitador del aprendizaje	70%	30%	0%
8.¿Trabajarías de nuevo en este tipo de actividades?	100%	0%	0%

Tabla N° 5: Encuesta de opinión a alumnos (%) (Adaptado de González y Cudmani, 2006) (n=20)

Análisis de la encuesta de opinión a alumnos:

Para valorar la metodología se consideró las respuestas dadas a los ítems relacionadas en base a categorías establecidas.

1. *Aprendizaje Centrado en el alumno*: Items 1 y 4: El 100 % de los alumnos trabajaría nuevamente con informes de laboratorio "para afianzar los conocimientos de una manera más acertada"; en un 70% la estrategia fue altamente satisfactorio para comprender el tema; la consideran "muy enriquecedora" y "servirá para aprender a presentar trabajos científicos". Comentan que "requirió dedicar más tiempo para biofísica" ya que debían realizarlas como actividades a distancia y "para realizarla debíamos comprender primero muy bien la teoría".
2. *Aprendizaje significativo:* Ítems 2 y 3: el 70% identificó los conceptos importantes "pude comprender mejor la teoría" "rescaté los conceptos más importantes del experimento" "pude interactuar con la práctica de laboratorio" "fue una experiencia valiosa para integrar la actividad de laboratorio con los conceptos teóricos más importantes" "pude integrar la teoría con el laboratorio y aprender un poco más de lo que aprendí"
3. *Importancia de los conceptos Biofísicos para su futura práctica profesional*: ítems 5 y 6: consideran biofísica como "muy importante para su formación profesional" "ayudó a comprender la importancia de algunos temas en esta carrera"
4. *Rol docente como facilitador:* Ítem 8: valoran "que el docente haya promovido relacionar los temas de

Biofísica con la presentación de trabajos científicos" "aprender a presentar trabajos en Congresos Científicos como parte de su formación profesional"

Resultados en base a las categorías y dimensiones

1. Estructura conceptual En un 90% los informes reflejaron la identificación correcta de núcleos conceptuales funcionales lo que demando un esfuerzo de abstracción importante.
2. Estructura relacional de los contenidos: se puso en evidencia un 85 % de relaciones significativas entre conceptos relacionados.
3. Estructura jerárquica válida: en un 70% la organización de las ideas, los conceptos y los datos del informe conduce a la adquisición de significados reflejando comprensión; una adecuada diferenciación progresiva al ubicar los conceptos más generales e inclusivos al comienzo y una adecuada progresiva diferenciación con los conceptos más específicos y subordinados en niveles inferiores. Estas metas no pueden alcanzarse como producto de un enfoque memorístico del aprendizaje, pues no es posible resolver el orden jerárquico de núcleos conceptuales.
4. Creatividad: El 50% pone en evidencia la búsqueda de relaciones cruzadas significativas y válidas entre diferentes núcleos conceptuales, indicios de Reconciliación Integrativa importante (Novak y Gowin, 1988).

5. Comunicar ideas, resultados: se relaciona con la habilidad de comunicar por escrito sus ideas y resultados. El 80% redactó un texto claro con lenguaje apropiado demostrando que analizaron y comprendieron la actividad experimental y pudieron organizar la información.

Resultados del análisis de resultados para evaluar las Actividades: A fin de evaluar la propuesta, los resultados fueron analizados sistemáticamente como documentos de reconstrucción crítica en base a categorías establecidas a partir de los objetivos y de la experiencia docente.

Identificar conceptos biofísicos involucrados *(Estructura conceptual, relacional* y jerárquica)*:* la redacción del informe de laboratorio como estructura organizadora respondió a los objetivos de aprendizaje no negociables de Biofísica. El 90% pudo identificar núcleos conceptuales funcionales fundamentales, establecer relaciones significativas y válidas mediante la diferenciación progresiva y la reconciliación integrativa, incrementando la precisión de los significados. Donde sí algunos alumnos tuvieron dificultades fue en la organización de datos en tablas y gráficos, como así también en la discusión y conclusiones. En un 80-90% la Reconciliación integrativa se vio reflejada en los esfuerzos de integración de diferentes núcleos conceptuales y en la creatividad de los diseños.

Facilitar el Aprendizaje Significativo:

Con este instrumento se puso de manifiesto que la mayoría de los alumnos establece relaciones significativas y son capaces de lograr ese nivel de aprendizaje favoreciéndose la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa; en pocos casos la falta de nexos adecuados permitió inferir un aprendizaje memorista y algorítmico. El informe de laboratorio sugirió conexiones entre los conceptos teóricos del tema y los objetivos y resultados de la práctica de laboratorio, facilitando el Aprendizaje Significativo. Del análisis de las memorias científicas surge que los alumnos realizaron esfuerzos exitosos para lograr la integración activa de conceptos y son científicamente correctas en un 100%. Centraron su esfuerzo en la experiencia de laboratorio y pudiendo relacionar los conceptos biofísicos de osmolaridad del plasma.

La estrategia favoreció la identificación, comprensión y relación de conceptos biofísicos involucrados en la actividad experimental. Los alumnos no tuvieron dificultades a la hora de enunciar los objetivos y la fundamentación de las experiencias de laboratorio; mostraron soltura en la descripción de los materiales y métodos.

Evaluación formativa:

La diferenciación progresiva y la reorganización integrativa utilizadas como estrategias de aprendizaje y como instrumento de evaluación formativa permitieron ajustar permanentemente el proceso.

Facilitar la participación activa del alumno:

La estrategia estimuló la reflexión y el pensamiento crítico, brindando un formato potente como estructura organizadora para favorecer el estudio independiente, facilitando la comprensión de la información.

Curiosidad epistemológica:

Se puso de manifiesto en la motivación, el compromiso por la tarea, el interés demostrado y en las argumentaciones utilizadas, contextualizando los contenidos biofísicos con aspectos relevantes de la práctica profesional.

Conclusiones

El informe realizado a la manera de una comunicación científica constituyó una excelente práctica para ordenar ideas, promover la reflexión y aprender a comunicar resultados, superando los ejercicios memorísticos u operativos de la enseñanza tradicional. Proporcionó un espacio curricular ideal para actividades de síntesis, exigiendo un intenso trabajo intelectual. La estrategia representó una innovación de las prácticas de la enseñanza tradicional, facilitando la diferenciación progresiva y la reorganización integrativa de núcleos conceptuales fundamentales. Brindó la posibilidad de relacionar la teoría con la práctica, profundizar la conceptualización y el manejo crítico de principios biofísicos, poniendo en evidencia la calidad de los aprendizajes integrados (Cudmani y Lewin, 1981).

Aprender los criterios establecidos para organizar la información y evaluar los resultados constituyó una actividad con

efecto motivador ligada tanto al campo conceptual como al procedimental y actitudinal. Significó una manera de iniciarlos en la transferencia del conocimiento y familiarizarlos con aspectos clave del trabajo científico actual. Permitió superar la centralidad del libro de texto y la Guía de Laboratorio y aplicar Principios facilitadores de Aprendizaje Significativo Crítico, demostrando que comprendieron las actividades experimentales realizadas (Moreira, 2005; Moreira y Caballero, 2008; Campanario y Moya, 1999)

Consideramos positivo el cambio del enfoque reduccionista del tema por una propuesta superadora promoviendo el desarrollo de habilidades cognitivas y preparándolos para el futuro profesional. Enseñar a los alumnos a elaborar el relato escrito del trabajo realizado en el laboratorio respetando reglas de organización similares a las comunicaciones científicas, favoreció el aprendizaje significativo; fue valorado positivamente por docentes y alumnos, facilitando el cambio de paradigma del proceso de enseñanza/aprendizaje/evaluación (Gil y Rodríguez, 2001).

Al momento de reformular la estrategia consideramos positivo centrar el esfuerzo en actividades de construcción y manejo significativo de los conceptos biofísicos relevantes al perfil de la práctica profesional. Coincidimos con Gil Pérez y Valdez Castro (1995) en reducir los contenidos considerando que los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional requieren tiempos más prolongados.

Bibliografía

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2004) "El modelo ausubeliano en la enseñanza de biofísica en medicina. Versión final". *Simposio de Investigadores en Educación en Física, 7. Memorias…SIEF7.* Santa Rosa. La Pampa. p 1-8.

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2010a) "Diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza aprendizaje de biofísica*", Caderno Brasileiro de Ensino de Fisica, 27(1), p. 88-114.*

Aiziczon B.; Cudmani, L. (2010b) "Evaluación de un taller para la enseñanza aprendizaje de temas de biofísica" Actas del "*VI EIAS y 3° ENAS. VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa y 3° Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa"*. 26 al 30 julio de 2010. Sao Paulo. Brasil. p. 1-12.

Alonso Sánchez; Gil Pérez; Martínez Torregrosa (1996) "Evaluar no es calificar. La evaluación en una enseñanza constructivista de las ciencias", *Investigación en la escuela*, v. 30, p. 15-26

Ausubel, D. (1981) *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo.* Ed. Trillas. Méjico

Barrows, H. y Tamblyn, R. (1980) *Aprendizaje Basado sobre Problemas. Una propuesta para la Educación Médica*. New York. Springer Publishing Company.

Campanario, J.; Moya, A. (1999) ¿Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias, 2(17), p. 179-192.*

Cudmani, L, Pesa, M., Salinas, J. (1986) "La realimentación en la evaluación de un curso de Laboratorio de Física". *Enseñanza de las ciencias*, 4(2), p. 122-128

Cudmani, L. (1998) "Resolución de problemas en el aula". Revista de Ensino de Física, 20(3).

Cudmani, L., Figueroa, A. (1981) Fichas informativas de apoyo docente. Laboratorio de Física Experimental. Instituto de Física. Fac de Ciencias Exactas y Tecnología FACET. UNT. Serie: Educación y Aprendizaje. N° EA, 1 – 44/81.

Gil Pérez, D. (2000) La evaluación del proceso de Enseñanza/aprendizaje de las ciencias *http://www.campus-oei.org/fpciencia/intro14.htm*

Gil Pérez, Valdez Castro (1995) "Contra la distinción clásica entre teoría, prácticas experimentales y resolución de problemas:

el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo". *Didáctica de las ciencias*, 2(3), p.1-22

Gil S., Rodríguez E. (2001) *Física re-Creativa*. Prentice Hall. Madrid, pp. 1-7.

González,S.; Cudmani, L. (2006) "Estrategia didáctica en clases multitudinarias de matemática: Opiniones de los alumnos" *Revista Educación 30(2), 111-131*.

IIME (2002) Inst Educ Médica Internac, New York, USA. "Requisitos globales mínimos esenciales en educ médica". *Medical Teacher*, 24(2), p. 130-155.

Martínez, E. (2004) *Como se escribe un informe de laboratorio.* 1° Ed. Eudeba. Buenos Aires.

Moreira, M.A. (1983) *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física.* Editora da Universidade. 1° edición. Porto Alegre. Editora da Universidade

Moreira, M.A. (1999) *Teorías de Aprendizagem.* Brasil. Editora Pedagógica e Universitaria Ltda

Moreira, M.A. (2005) *Aprendizagem Significativa Critica/ Aprendizaje Significativo Critico*. Porto Allegre. Editorial Adriana M. Toigo.

Moreira, M.A.; Caballero, C. (2008) *La Teoría del Aprendizaje Significativo*. *Subsidios Teóricos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias.* 1° ed. Porto Alegre/Burgos.

Morin, E. (2002) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.* Buenos Aires, Nueva visión.

Novak, J. y Gowin, D. (1988) *Aprendiendo a aprender.* Ed. Martinez Roca

Pesa, M., Bravo, S., Pérez, S. (2012) *La importancia de las actividades de laboratorio en la formación de física de ingenieros*. SIEF XI. Esquel, Chubut.

Resol Nº 1314 (2007) Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina

Venturelli, J. (2000) *Educación Médica. Nuevos enfoques, metas y métodos.* Serie Paltex: Salud y Sociedad. N° 5. Organización Panamericana de la Salud. OPS. OMS. Washington.

Verdú Carbonell, Martínez Torregrosa, Osuna García, (2002) "Enseñar y aprender en una estructura problematizada". *Alambique*, 34,47-55

Anexo N° 1:

Redacción del Informe de laboratorio: *etapas importantes:*

1. *Título de la experiencia*: breve síntesis del tema que se trata. *a. Nombre de autor*: Detallar nombre completo y Comisión de Trabajos Prácticos a la que pertenece, Fecha, Carrera, Universidad. *b. Nombre del Jefe de Trabajos Prácticos*: Consignar el nombre completo.

2. *Introducción. Planteo del problema*: *Objetivo* de la experiencia realizada, discriminar las magnitudes significativas que deben ser medidas y controladas; explicitar las hipótesis que se trata de probar Delimitar los aspectos relevantes del problema. Sintetizar la información pertinente sobre el tema en cuestión. *Fundamento. Construcción de un modelo teórico:* Formular ideas y leyes que se pueden adaptar al problema real en base a la información previa. Traducir esas hipótesis o leyes en relaciones matemáticas entre magnitudes factibles de ser medidas directa o indirectamente.

3. *Materiales y Métodos:* Realizar un plan de trabajo para probar las hipótesis. *Materiales*: Consignar una descripción del instrumental empleado, los pasos seguidos, las mediciones realizadas considerando los errores requeridos. *Métodos*: Describir la experiencia, las dificultades con que se tropezó, analizando los ensayos que fracasaron y cómo fueron superados.

4. *Resultados: S*intetizar los datos en Tablas y/o gráficos.

5. *Discusión:* Interpretar los datos. (En los casos que sea posible, relacionar con Valores Normales en el hombre.) Extraer *Conclusiones.*

Anexo N°2: Dimensiones y Categorías "Evaluación formativa del Aprendizaje Significativo"

"Evaluación formativa del Aprendizaje Significativo. Informe de laboratorio														
% C		D1 Identificar correctamente			D2 Relacionar significativamente			D3 Org Jerárquica		D4 creatividad en el diseño			D5 comunicar		EV final
		núcleos concep fundamentales			Integrar Teoría/A experimental			Ordenar Datos/ideas		Relaciones cruzadas Conclusiones			Ideas, resultados		concepto
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.3	4.2	5.1	5.2	
1	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	30	MB
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	100	0	EX
	C3	70	10	20	70	0	30	70	30	20	60	20	70	30	*MB*
	C4	60	0	40	60	10	30	60	40	20	60	20	70	30	*B*
2	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	Ex
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
	C4	80	20	0	80	0	20	100	0	0	80	20	90	10	MB
3	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX EX EX MB
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C4	80	20	0	90	0	10	80	20	0	80	20	80	20	
4	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX EX MB EX
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C4	90	10	0	100	0	0	100	0	0	90	10	100	0	
5	C1	100	0	0	90	0	10	100	0	0	100	0	90	10	MB
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
	C3	100	0	0	100	0	0	80	20	0	80	20	100	0	EX
	C4	80	10	10	80	0	20	100	0	0	100	0	80	20	MB
6	C1	70	20	10	60	10	30	60	0	20	60	20	60	40	B
	C2	80	20	0	80	0	20	90	10	0	80	20	90	10	MB
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
	C4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
7	C1	70	10	20	60	20	20	80	20	20	60	20	80	20	B
	C2	80	20	0	70	20	10	70	30	20	60	20	70	30	B
	C3	50	30	20	50	20	30	50	50	20	50	30	50	50	R
	C4	80	20	0	90	0	10	70	30	0	80	20	100	0	MB
8	C1	60	10	30	50	30	20	50	50	30	60	10	60	40	R
	C2	50	20	30	50	30	20	50	50	30	50	20	60	40	R
	C3	70	10	20	80	0	20	60	40	30	60	10	60	40	B
	C4	80	10	10	90	0	10	60	40	0	60	0	70	30	MB

9	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX Ex
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C3	90	0	10	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	MB
	C4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
10	C1	70	0	30	70	0	30	70	30	10	70	20	70	30	B
	C2	80	10	10	70	0	30	80	20	10	70	20	80	20	B
	C3	70	10	20	70	0	30	70	30	0	70	30	90	10	MB
	C4	100	0	0	90	0	10	90	10	0	80	20	100	0	MB
11	C1	70	0	30	100	0	0	100	0	20	70	10	90	10	R
	C2	80	0	20	80	0	20	90	10	20	70	10	90	10	B
	C3	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0	100	0	MB
	C4	100	0	0	90	0	10	90	10	0	80	20	100	0	MB
12	C1	70	10	20	70	0	30	70	30	10	70	20	70	30	B
	C2	70	10	20	70	20	10	70	30	20	70	10	70	30	R
	C3	50	10	40	50	10	40	50	50	0	50	50	50	50	B
	C4	80	0	20	80	0	20	80	20	0	70	30	70	30	B
13	C1	90	0	10	100	0	0	90	10	0	80	20	80	20	MB
	C2	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0	90	10	EX
	C3	80	0	20	100	0	0	70	30	0	80	20	80	20	MB
	C4	100	0	0	100	0	0	90	10	0	100	0	100	0	EX
14	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	Ex
	C2	80	0	20	100	0	0	100	0	0	100	0	80	20	MB
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	MB
	C4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	Ex
15	C1	70	20	10	70	0	30	70	30	10	70	20	70	30	B
	C2	80	0	20	70	0	30	80	20	0	70	30	80	20	B
	C3	70	0	30	70	0	30	70	30	0	70	30	90	10	MB
	C4	100	0	0	90	0	10	90	10	0	80	20	100	0	MB
16	C1	70	0	30	60	20	20	80	20	10	60	30	80	20	B
	C2	80	0	20	70	10	20	70	30	20	60	20	70	30	B
	C3	50	30	20	50	30	20	50	50	20	50	30	50	50	R
	C4	80	0	20	90	0	10	70	30	0	80	20	100	0	MB
17	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	MB
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	80	20	100	0	EX
	C3	70	0	30	70	0	30	70	30	10	60	30	70	30	*MB*
	C4	60	0	40	60	10	30	60	40	10	60	30	70	30	*B*
18	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX EX
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	MB
	C4	90	0	10	100	0	0	100	0	0	90	10	100	0	EX
19	C1	70	0	30	60	0	40	60	40	20	60	20	60	40	B
	C2	80	0	20	80	0	20	90	10	0	80	20	90	10	MB
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX EX
	C4	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
20	C1	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX EX
	C2	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	
	C3	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100	0	EX
	C4	80	0	20	90	0	10	80	20	0	80	20	80	20	MB

Representaciones Multimodales en Cursos de Física Básica

Sparvoli, Valeria[1]; Meonis, Walter[2]; Biasoli, Santiago[3].

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

1: valeriasparvoli@live.com, 2: wmeonis@yahoo.com.ar, 3: santiagobiasoli@gmail.com

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica basada en la resolución de problemas a partir de la descripción de fenómenos físicos utilizando diversos tipos de lenguajes. El estudio se centra en evaluar las posibilidades que tiene el docente de componer clases que pudieran facilitar la conversión a múltiples registros de representación de fenómenos naturales, y el efecto sobre los aprendizajes, en cursos de física básica en el nivel universitario. Los resultados preliminares de las actividades de aprendizaje dan cuenta que el trabajo en el aula con la conversión a diferentes registros facilita el aprendizaje reflexivo. No obstante, se observó que algunos registros son de uso preferencial para los

alumnos, encontrándose las mayores dificultades en el modelado matemático.[14]

Palabras Clave: Registros de representación multimodal; Conversión de registro; Resolución de problemas; Aprendizaje reflexivo.

Introducción

Tanto los principios de la física como los conceptos que los docentes deseamos que los estudiantes aprendan son objetos puramente mentales y su comprensión implica tener modelos mentales[15] de los sistemas naturales, que permitan al alumno explicarlos y hacer previsiones con respecto a ellos. De esta manera la cognición es un proceso de estructuración de la información dentro de una red interna en la cual los factores más relevantes son el número y la fuerza de las conexiones dentro de esta red. Mientras más estructurada esté esta red, más posibilidad tiene el alumno de comprender, analizar, establecer analogías, resolver, aplicar y resumir.

Pero esta estructuración no se da de manera natural (Hitt, 2000) y es el docente compositor de sus clases (Spiegel, 1999) quien la facilita planificando clases potentes y utilizando estrategias didácticas que faciliten las representaciones semióticas de los fenómenos físicos.

Cuando los profesores de física enseñan la disciplina utilizan en sus explicaciones modelos conceptuales (modelo de

[14] Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación PID UTN 2526/2013-2014: "Estudio de la incidencia que las prácticas docentes tienen sobre la habilidad de los alumnos para utilizar múltiples registros de representación, en cursos de física básica".

[15] Los modelos mentales de fenómeno son análogos estructurales de los mismos (Moreira, 2002).

partícula, de cuerpo rígido, de orbital,…) que, integrados en una teoría (teoría newtoniana, mecánica cuántica,...) sirven para explicar y predecir el comportamiento de los sistemas físicos. Sin embargo, los modelos conceptuales y mentales se diferencian en que los primeros son representaciones externas bien definidas con las que enseñan los docentes, mientras que los modelos mentales son representaciones internas de los alumnos que aprenden y deben serles funcionales.

En el proceso de composición de sus clases es necesario que el docente tenga en cuenta las estrategias didácticas que utilizará dentro del aula, para enseñar modelos conceptuales y facilitar la construcción de modelos mentales símiles a los científicamente legitimados. El uso permanente de estas estrategias es fundamental para promover un aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) y reflexivo (Perkins, 2003). Una de las estrategias en las que se puso el foco en este trabajo es la resolución de problemas mediante el uso de registros de representación multimodales (Duval, 1999)[16], para describir fenómenos físicos. La representación interna que construyan los alumnos de estos registros como así también la conversión entre ellos, facilitan la comprensión y el aprendizaje.

El gráfico 1 muestra un esquema elaborado para esta investigación con los registros de representación considerados como diversos tipos de lenguajes para describir fenómenos físicos. Es la recurrencia a la conversión de registro la que facilita el aprendizaje significativo y reflexivo.

A la izquierda se encuentra el fenómeno físico real que debe ser comprendido por el alumno. La línea punteada de la izquierda indica que el alumno comienza el proceso de modelado físico, para lo cual puede utilizar diferentes registros de

[16] La noción de registro multimodal surgió desde la matemática y actualmente se hizo extensiva a otras disciplinas. Un referente en la problemática es R. Duval.

representación que permiten describir el fenómeno desde diferentes aspectos: icónico, gráfico, verbal o algebraico.

El registro icónico (**I**) es la imagen visual concreta (aunque hay otras como las auditivas, olfativas o táctiles). Las imágenes son formas de "ver" las cosas y los fenómenos, a las que se recurre para recuperar y captar los detalles que han resultado relevantes al sujeto que las construye.

El registro verbal (**V**) es el relato o narración de un fenómeno físico. Esta descripción del fenómeno se realiza en base a la representación que el sujeto construye en su mente, denominada representación proposicional (Johnson-Laird, 1995), la cual es de un lenguaje propio de la mente, no consciente y sin palabras. Se trata de representaciones individuales y organizadas por reglas de combinación mentales abstractas. No obstante, dichas representaciones son susceptibles de ser expresadas verbalmente mediante cadenas de símbolos que corresponden al lenguaje natural del alumno y que se denominan registro verbal.

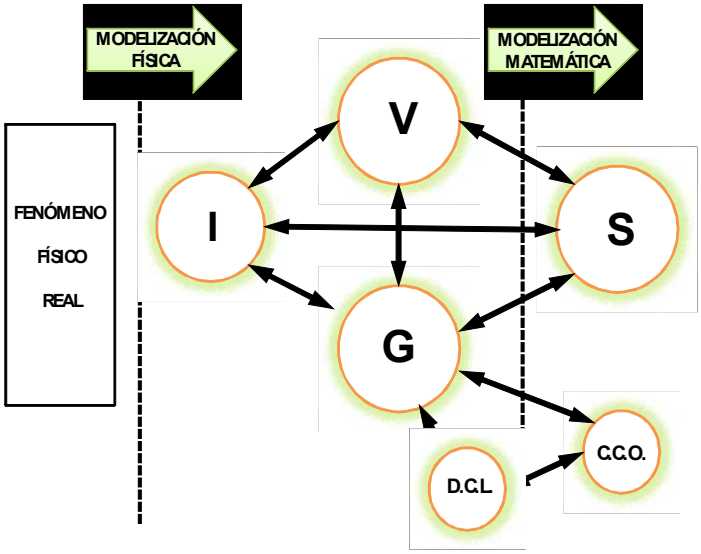


Gráfico 1. Registros de Representación y sus posibles conversiones, en el modelado físico de un fenómeno. D.C.L.: diagrama de cuerpo libre; C.C.O.: coordenadas cartesianas ortogonales.

El registro gráfico (**G**) se refiere a diagramas que permiten mostrar de manera esquemática la interpretación que hace el alumno del fenómeno físico y de las leyes de la física que intervienen en la explicación del mismo, como así también la variación de las magnitudes físicas y la relación de dependencia entre sí. Para este estudio se toma el diagrama de cuerpo libre (**D.C.L.**) como registro gráfico y los gráficos en coordenadas rectangulares (**C.C.O.**).

El registro simbólico o algebraico (**S**) está vinculado a las ecuaciones que relacionan las magnitudes que describen el fenómeno físico. Se trata de una cadena de símbolos matemáticos que cobran sentido sólo en el contexto de la modelización matemática del fenómeno físico en estudio, y sirven

tanto para expresar una idea referida al fenómeno en sí mismo como también en la operatoria del cálculo que conduce a determinación de valores cuantitativos o cualitativos de algunas magnitudes y posibilitan la interpretación del fenómeno ó su predicción.

A su vez, la línea punteada de la derecha del gráfico 1 indica que el registro algebraico y los gráficos en coordenadas rectangulares forman parte de la modelización matemática del fenómeno.

En el campo de la enseñanza de la física existe ya un cuerpo importante de antecedentes orientado a la resolución de problemas. Cóncari (2001) reconoce que el modelado y la resolución de problemas son ejes para la enseñanza de la física para ingenieros; Lucero & colaboradores (2009) hacen un análisis cualitativo en la resolucion de problemas de física y estudian su influencia en el aprendizaje significativo. Otros autores como Bravo-Pesa (2005) estudian la construcción de representaciones de los estudiantes acerca del movimiento ondulatorio abordando situaciones problemáticas concretas. Gras-Martí & otros (2005) y Concari-Pérez Sottile (2012) abordan el uso de diferentes lenguajes de la física en la resolución de problemas de cinemática mediante el empleo de tecnologías digitales.

En este estudio se aborda la conversión a diferentes registros de representación para la descripción de fenómenos físicos desde la resolución de problemas considerada como estrategia didáctica principal.

Propuesta Metodológica

Como metodología general se utiliza la investigación-acción. La unidad de análisis son dos cursos de primer año de carreras de ingeniería. Se adopta un diseño con dos grupos equivalentes[17], un "grupo de innovación", el cual en adelante se simboliza con las siglas GIN, en el que se implementan los cambios, y otro "grupo de testeo", para el que en adelante se utiliza la sigla GT, en el cual las estrategias didácticas permanecen invariantes respecto a las utilizadas habitualmente por los docentes[18]. El contenido curricular sobre el que se comenzó a realizar este estudio es la mecánica elemental, Física I, durante el 2013. Se prevé continuar con temas comprendidos en la asignatura Física II en el año 2014, para estos mismos estudiantes.

El trabajo se desarrolla en tres etapas. En la 1º etapa se utiliza una Metodología descriptiva: Relevamiento de los Registros de Representación que los docentes usan habitualmente para la enseñanza de la Física. Los instrumentos de medición utilizados son: Test de conocimientos previos, Encuestas a los docentes y Cartillas tradicionales de problemas propuestos por los docentes. En la 2º etapa se trabaja con una Metodología explicativa: Análisis de la incidencia de las diferentes estrategias empleadas por los docentes en los aprendizajes de los alumnos. Los instrumentos considerados para esta etapa son: Observaciones áulicas, Cartillas nuevas[19], Test

[17] La equivalencia entre grupos se estableció a partir del análisis de algunas variables exógenas: naturaleza del título secundario, edad, condición laboral, si es ingresante o recursante de Física y género. Para relevar esta información se preparó una ficha individual que se entregó a los estudiantes en el momento en que comienzó el cursado de la materia. Otros datos se recabaron del Dpto. Alumnado.

[18] Sólo los docentes del grupo de innovación realizamos este trabajo. El resto de los docentes no formaron parte de la investigación, pero accedieron a ser entrevistados y a que sus alumnos fueran evaluados.

[19] Se denominan cartillas nuevas a las cartillas de problemas diseñadas especialmente para implementar en el GIN en esta investigación.

conceptual[20], Encuestas a alumnos. En la 3º etapa se prevé el análisis de los resultados y elaboración de conclusiones.

Los conocimientos previos de matemática y de física de los alumnos de ambos grupos al momento de comenzar la cursada de física en primer año eran básicos, resultando las estrategias de enseñanza empleadas por los docentes decisivas para la comprensión de la materia.

Para el grupo GIN se reformularon las cartillas de problemas de lápiz y papel en vigencia. Además, se planificaron cada una de las clases y se diseñaron actividades de aprendizaje y de evaluación orientadas a la descripción de fenómenos físicos utilizando diversos tipos de registros. Durante la fase de planificación didáctica se hizo una formulación detallada y cuidada de actividades orientadas a tratar al tema como una unidad sin hacer una división arbitraria entre teoría, práctica de clase y trabajos prácticos de laboratorio, característica de la enseñanza tradicional en la universidad. Los docentes involucrados en la investigación estuvieron presentes en todas las clases, intercambiando roles (explicación, debate, ayuda a los alumnos, observación, evaluación).

Como parte del diseño de las clases se previó el uso de recursos metodológicos interactivos que integraran la contradicción antiguo/nuevo (Chevallard, 2000) con el principio de interacción social y del cuestionamiento (Moreira, 2000), en concordancia directa con la conversión a los diferentes registros, propuesta en cada uno de los problemas de la cartilla reformulada. Algunos problemas presentados como interrogantes se constituyeron en contradicciónes para los alumnos entre sus conocimientos previos y los nuevos a construir, y tanto el

[20] B Como instrumento de medición de las posibilidades que tienen los alumnos de los grupos GIN y GT, de utilizar múltiples registros de representación, se elaboró un test conceptual.

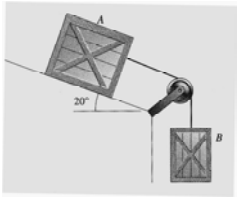
proceso de resolución como el análisis de los resultados dieron lugar a la técnica del interrogatorio y al debate.

La cartilla reformulada se denominó cartilla nueva. Como parte del relevamiento inicial, en concordancia con la 1º etapa de la investigación, se analizaron las cartillas de problemas de lápiz y papel vigentes en la cátedra, denominadas cartillas tradicionales.

El gráfico 2 muestra en la parte (A) el enunciado y la representación icónica de un problema típico que usan los docentes en todos los cursos, representativo del enfoque de la cartilla tradicional. En la parte (B) se observa el mismo problema reformulado, usado en la cartilla nueva e implementado en el grupo GIN. A su vez, en el gráfico 3 se muestran los registros de representación que predominan en las cartillas tradicionales, en correspondencia con la parte (A) del gráfico 2.

PROBLEMA DE LA CARTILLA TRADICIONAL

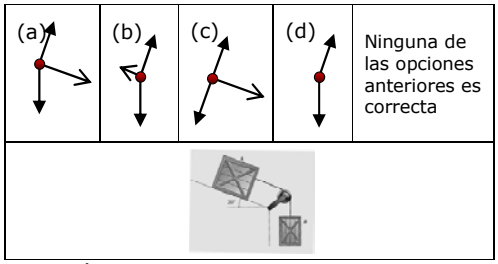
Los dos cuerpos de la figura se liberan del reposo. Sus masas son m_A = 40 kg y m_B = 30 kg, y los coeficientes de fricción entre la caja A y la superficie inclinada son μ_e = 0,2 y μ_d = 0,15. Confeccionar el diagrama de cuerpo libre. Calcular la aceleración del sistema.



(A)

PROBLEMA DE LA CARTILLA NUEVA

1. I) Indicar cuál D.C.L. corresponde a la figura de la caja descendiendo por el plano inclinado. Para la opción elegida reconocer fuerzas actuantes y entes dinámicos que interactúan.



II) ¿Qué condiciones del sistema de la figura permiten que el mismo se acelere?

III) ¿Es posible considerar un movimiento con rapidez constante del sistema de la figura? Justificar la respuesta

(B)

Gráfico 2. (**A**) problema de la Cartilla Tradicional (Usada en GT). (**B**) Cartilla Nueva propuesta para su uso en GIN.

La lectura del gráfico 3 sugiere que el enfoque desarrollado hasta el momento en la mayoría de los problemas de lápiz y papel facilita la conversión de registro icónico **I** al registro gráfico **G** (construcción de **D.C.L.**), y luego del registro gráfico **G** al registro simbólico/analítico **S** (planteo de la segunda ley de Newton y cálculos pertinentes hasta obtener el valor numérico de la aceleración).

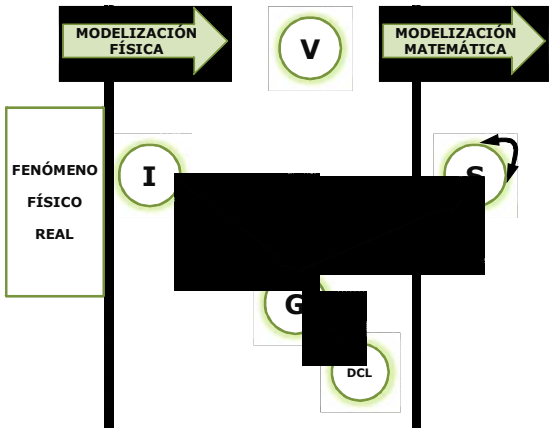


Gráfico 3. Registros de Representación y conversiones usados en la cartilla de problemas tradicional

Por el contrario, con el enfoque de la nueva cartilla los alumnos deben realizar conversiones a todos los registros presentados en el gráfico 1: icónico-**I**, gráfico-**G**, verbal-**V** y simbólico-**S.** Resulta entonces necesario recurrir a actividades cognitivas adicionales como plantear supuestos, comparar con situaciones ya conocidas, interpretar el principio de acción y reacción, explicar el comportamiento del sistema en diferentes condiciones sobre la base de los supuestos considerados, justificar la respuesta. Este enfoque supone enseñar la mecánica

de la partícula como una unidad sin hacer una división arbitraria entre cinemática y dinámica.

Con referencia al proceso de evaluación de la metodología propuesta se diseñó un test de conversión a diferentes registros.

Al momento de la corrección del test se considera el Uso de Registros Multimodales como una de las variables que permite medir la facilidad que tiene el alumno en la conversión de registros durante la resolución de problemas. A continuación se definen los indicadores asignados y sus criterios de evaluación.

Nivel 5: convierte a todos los registros posibles, modeliza situaciones físicas complejas y comunica de manera precisa sus reflexiones.

Nivel 4: convierte a todos los registros posibles, modeliza situaciones físicas complejas pero no puede comunicar de manera precisa sus reflexiones.

Nivel 3: utiliza algunos registros con preferencia y comunica de manera precisa sus reflexiones acerca de los cambios de registros que es capaz de resolver.

Nivel 2: no convierte a todos los registros posibles, y no puede comunicar de manera precisa sus reflexiones acerca de esas conversiones.

Nivel 1: no es capaz de cambiar de registro de representación.

Otra variable utilizada para medir los aprendizajes es Actividades Cognitivas Involucradas en la Resolución de Problemas, que evalúa las acciones por las que atraviesa el

pensamiento en la resolución de problemas[21]. Sus dimensiones e indicadores están en la tabla 1.

Dimensión	Indicadores
Interpretación del problema: lectura del enunciado	Determinación de qué se pide, Búsqueda de supuestos, Identificar variables, constantes, datos e incógnitas, Comparación respecto de otras situaciones conocidas.
Elaboración de un plan de acción	Uso de estrategias conocidas provenientes de otros problemas resueltos, Simplificación del problema original en partes más simples, Especificación de tareas, Codificación, Uso de leyes físicas. Planteo de ecuaciones.
Ejecución	Desarrollo de ecuaciones en forma cualitativa, gráficos aclaratorios, cálculos, obtención de resultados numéricos.
Evaluación	Análisis de la veracidad de los resultados, Interpretación del significado de la situación estudiada, Resumen. Establecer de modo breve la idea del plan.

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de la variable Actividades Cognitivas en la Resolución de Problemas.

También se definió la variable Estrategias y Herramientas de Enseñanza en el aula referida a las prácticas docentes, la cual mide las diferentes formas en que el docente presenta los contenidos curriculares. Los indicadores y criterios de evaluación de la misma son numerosos, por lo tanto a continuación sólo se detallan los más representativos: *el docente tiene en cuenta los conocimientos previos de los alumnos cuando enseña; hace una exposición didáctica* (discriminación clara entre conocimientos esenciales y complementarios, buena concatenación de temas, uso de lenguaje apropiado); *promueve*

[21] En este trabajo se considera Problema a una situación que presenta cierto grado de dificultad al alumno, en la cual éste puede transferir los conocimientos aprendidos para su resolución (Concari, 2001).

una práctica reflexiva (integra conocimientos, plantea preguntas y permite que el alumno también lo haga, da la oportunidad de transferencia de conocimientos a situaciones nuevas, promueve la capacidad de interpretación y lectura reflexiva, y en la resolución de problemas no le da al alumno una receta sino que usa el interrogatorio para que el mismo alumno proceda a su resolución); *usa la realimentación informativa y el interrogatorio; establece analogías* con las que se encuentran relaciones entre los conceptos; *usa registros multimodales; usa organizadores previos; hace resumen*.

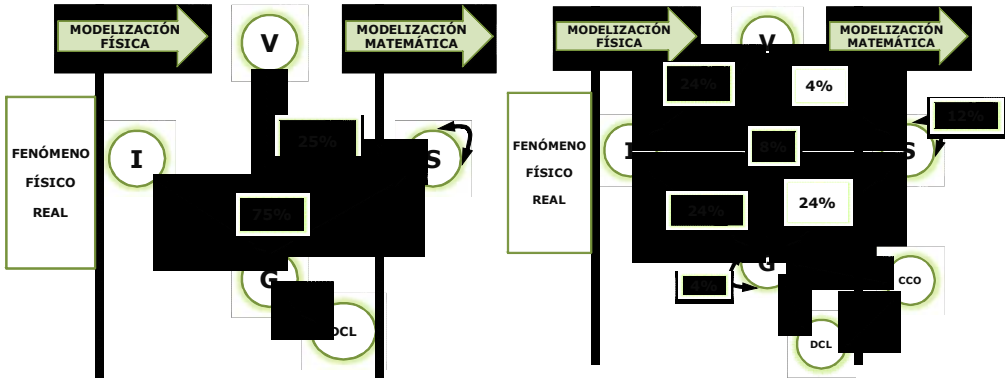
Por otra parte, para poder completar la información de las variables anteriores se consideró una variable referida a los Conocimientos Construidos por los alumnos siendo las dimensiones consideradas: aprendizaje significativo, reflexivo, ingenuo e inerte.

Se analizaron y compararon los test conceptuales de los alumnos de los grupos GIN y GT identificando en el escrito las variables definidas y asignándoles el valor correspondiente de acuerdo con los criterios expuestos. Concomitantemente, se trianguló la información con los resultados preliminares de las encuestas y las observaciones áulicas. Resta aún analizar los exámenes parciales y finales de los alumnos pues los procesos de enseñanza y de aprendizaje no han finalizado.

Resultados Preliminares y Discusión

Comparando las cartillas de problemas de lápiz y papel usadas en los grupos GT y GIN, se observaron diferencias. Los problemas de la cartilla tradicional denotan un enfoque cuantitativo y estructurado mientras que los de la cartilla nueva incorporan problemas cualitativos y no estructurados. Como

parte de esta comparación se determinó además la proporción de problemas en cada cartilla que facilitan en los alumnos actividades de conversión entre registros. En el gráfico 4 se muestran los porcentajes a estas proporciones. En el caso de la cartilla tradicional el 25% de los problemas inducen al alumno a la conversión de registro verbal a gráfico primero y simbólico a continuación; el 75% restante sugieren la conversión de registro icónico a gráfico primero y de gráfico a simbólico después. Como actividades cognitivas los alumnos deben interpretar el enunciado ó un gráfico, realizar el diagrama de cuerpo libre (D.C.L.) y luego algún cálculo como por ejemplo la aceleración de un sistema.



(A) (B)

Gráfico 4. Registros de representación propuestos en la resolución de problemas, en el grupo GT (A) y GIN (B).

La cartilla nueva se reformuló de manera tal que potenciara la conversión a diferentes registros de representación y que ampliara el espectro de actividades cognitivas. Los porcentajes se consideran sobre la cantidad de problemas de lápiz y papel en los que se hace necesaria la conversión a los

registros indicados, para su resolución. Explicitando la propuesta, el 24% de los problemas sugirió la conversión entre registros icónico y verbal, otro 24% la conversión entre registro icónico y gráfico, un 24% más entre registro gráfico y simbólico, un 8% entre registro verbal y gráfico. El 12% de conversión de registro simbólico a sí mismo significa actividades de comparación entre cálculos cualitativos, operatoria de cálculo para explicitar el valor de una incógnita o análisis de la dependencia entre parámetros físicos. El 4% de conversión de registro gráfico a sí mismo implica que el alumno debe establecer analogías y diferenciaciones entre diagramas de cuerpo libre para diferentes fenómenos físicos. En la mayoría de los problemas los alumnos deben plantear supuestos y analizar los resultados sobre la base de esas consideraciones.

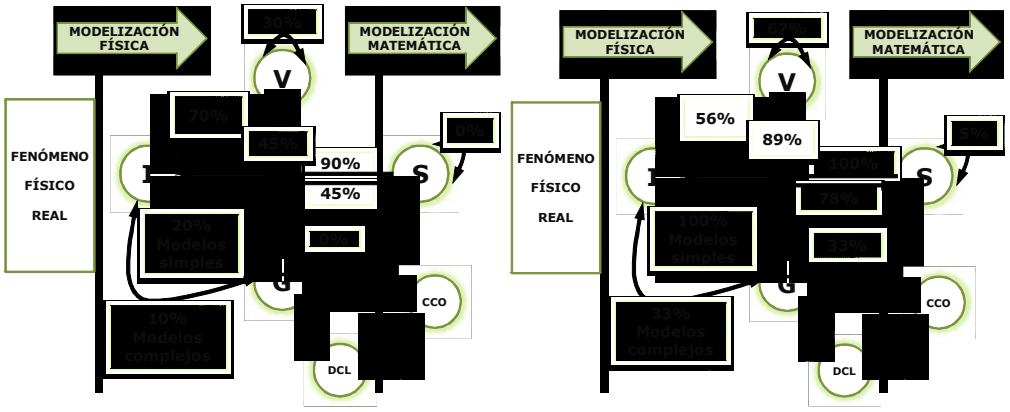
Con respecto a la técnica del interrogatorio y debate usados como estrategias metodológicas en el grupo GIN, a modo de ejemplo se cita una problemática propuesta en la cartilla nueva cuya implementación en la 2º etapa de la investigación suscitó un debate vehemente: "¿Es posible que un tiro oblicuo y un tiro vertical tengan el mismo D.C.L.?". Las actividades cognitivas que se observaron en los alumnos para la resolución de este problema fueron: la interpretación del enunciado, expresada verbalmente mediante la descripción que hicieron de los movimientos, el traspaso de la imagen mental de cada movimiento (registro icónico) al D.C.L. (registro gráfico), el análisis de cada movimiento en función de los supuestos que consideraron (con fricción del aire o sin ella) y la comparación entre ambos fenómenos.

Como resultados de las observaciones áulicas en el grupo GIN se notó una progresión en el grado de participación de los alumnos. En la tercera clase el 50% de los alumnos tuvo una

participación activa y en la última clase observada lo hizo el 89% de los alumnos.

Con respecto a las encuestas realizadas a los docentes del GT, éstos manifiestan recurrir con mucha frecuencia a los registros gráficos y a la operatoria del cálculo, haciendo hincapié en las analogías entre conceptos físicos, aumentando progresivamente la complejidad de los problemas e integrando los conocimientos. También admiten que recurren escasamente al uso de ilustraciones gráficas, lenguaje verbal y simbólico, conversión entre registros de representación y resúmenes.

El test conceptual elaborado para esta investigación se tomó en los dos grupos, GIN y GT al finalizar el proceso de enseñanza de la mecánica de la partícula. En el gráfico 5 se muestran los resultados obtenidos. Los porcentajes sobre las flechas representan la cantidad de problemas resueltos con la conversión indicada, sobre el total de alumnos. Se observa que en el GT el 70% de los alumnos pudo realizar conversiones de registro verbal a gráfico, el 90% de simbólico a icónico mientras que el 45% lo hizo en sentido inverso. Con respecto a la conversión entre registro icónico y gráfico, el 20% de los alumnos pudo resolver problemas en situaciones simples y el 10% de los alumnos en situaciones complejas. Así mismo, en el GIN el 56% de los alumnos pudo realizar conversiones de registro verbal a icónico, el 100% de registro simbólico a icónico mientras que el 78% los hizo en sentido inverso. Con respecto a la conversión entre registro icónico y gráfico el 100% de los alumnos pudo resolver problemas en situaciones simples y sólo el 33% en situaciones complejas.



(A) (B)

Gráfico 5. Resultados del test conceptual. Porcentajes de aprobación del GT (A) y del GIN (B)

De la lectura del gráfico 5 también se desprenden diferencias entre los grupos. En el GT sólo el 45% de los alumnos pudo resolver problemas de conversión de registro gráfico a verbal, mientras que en el GIN el 89% de los alumnos pudo hacerlo. Además, el 33% de los alumnos del GIN realizó conversiones de registro gráfico a simbólico y el 5% de simbólico a simbólico, mientras que en el grupo de testeo ningún alumno pudo llevar a cabo estas conversiones. De la misma manera la conversión de registro verbal a verbal fue superior en el GIN.

Todos los alumnos del GIN pudieron resolver problemas que refieren modelos simples pero manifestaron dificultades en modelos complejos y en la modelización matemática. En el GT las dificultades denotadas fueron mayores ya que sólo el 20% de los alumnos pudo resolver problemas que refieren a modelos simples y nadie pudo trabajar en la modelización matemática. Comparando los gráficos 4(A) y 5(A) se observa que pese a que toda la actividad docente estuvo centrada en la conversión de registro gráfico a simbólico, ningún alumno pudo resolver este tipo de problemas en el test.

Comparando los gráficos 4(B) y 5(B) se observa que la conversión entre registros icónico y simbólico no fue practicada en clase en el GIN. Sin embargo los alumnos de este grupo pudieron resolverlas sin ninguna dificultad.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la variable Uso de Registros Multimodales a partir del análisis de los test conceptuales en ambos grupos. Contrastando esta información con la obtenida en la medición de la variable Actividades Cognitivas Involucradas en la Resolución de Problemas, se deduce que el 78% de los alumnos del GIN utiliza algunos registros con preferencia y comunica de manera precisa sus reflexiones acerca de los cambios de registros que es capaz de resolver. Para estos mismos alumnos la mayor dificultad radica en la búsqueda de supuestos, en la codificación y consecuentemente en la operatoria del cálculo y en el análisis de la veracidad de los resultados. En el GT el 60% de los alumnos no puede resolver problemas que involucran la conversión a diferentes registros de representación.

GRUPOS	Nivel 5	Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
Innovación	5%	17%	78%	0%	0%
Testeo	0%	0%	10%	30%	60%

Tabla 2. Resultados de la variable Uso de Registros Multimodales, referida a los alumnos.

Complementando la información relevada hasta el momento se infiere como resultado de la variable Conocimiento Construido por los alumnos de ambos grupos, que hubo

aprendizaje. Sin embargo, la captación superficial de la mayor parte de los principios de la mecánica elemental supone que en general los conocimientos construidos son ingenuos. En el GIN hubo indicios de conocimiento reflexivo dado por el alto grado de participación en clase con explicaciones y ejemplificaciones de los fenómenos físicos y por la forma en que justificaron las respuestas en el test conceptual. Algunos conocimientos inertes se detectaron sólo en el GT, manifestados por los cálculos y respuestas irrelevantes en los problemas.

Con referencia a las encuestas realizadas a los alumnos una vez finalizada la actividad, las respuestas dan cuenta del compromiso y entusiasmo asumido por los estudiantes del GIN, mientras que en el GT manifestaron desconcierto por encontrar en el test problemas totalmente disímiles a los que ellos habitualmente resuelven en clase.

Finalmente, la evaluación de los aprendizajes mediante exámenes parciales y finales está aún en proceso.

Conclusiones y Perspectivas

Se han presentado los resultados obtenidos de un estudio realizado a partir de una experiencia en dos grupos de primer año de las carreras de ingeniería, poniendo de manifiesto que el equilibrio que los docentes otorgan al uso de múltiples registros de representación, acompañado de estrategias y herramientas de enseñanza que favorezcan los aprendizajes significativos y reflexivos, posibilitan a los alumnos la descripción de fenómenos físicos mediante el uso de diferentes lenguajes. No obstante, algunos lenguajes son de uso preferencial para el alumno, como el icónico, verbal y gráfico, encontrándose en la modelización matemática las mayores dificultades.

Además, los alumnos tienden a construir modelos mentales simples de los fenómenos físicos y utilizarlos también en la resolución de problemas complejos.

Estos son sólo resultados preliminares y se requiere de más investigaciones que orienten hacia la consolidación de un modelo centrado en la conversión a múltiples registros de representación para la resolución de problemas como herramienta para el logro de aprendizajes significativos.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de la asesora científica de este trabajo Dra. Graciela Mansilla, a los docentes y alumnos que hicieron posible este estudio.

Bibliografia

Ausubel, David; Novak, Joseph y Hanessian, Helen (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas. 2º edición.

Bravo, Silvia; Pesa, Marta (2005), *La construcción de representaciones sobre movimiento ondulatorio*. Argentina: Revista Enseñanza de la Física. Vol. 18, nº 2, pp. 25-42.

Chevallard, Yvès (2000). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado.* Editorial Aique. 3º edición. 1º reimpresión.

Concari, Sonia; Pérez Sottile, Ricardo (2012). *Representaciones del movimiento: desde el video al modelado matemático,* Argentina: Sief 2012.

Concari, Sonia (2001). *El modelado y la resolución de problemas: ejes para la enseñanza de la física para ingenieros.* Argentina: *Revista Contextos de Educación*. Año IV Nro. 5, p. 323-335

Duval, Raymond (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales.* Santiago de Cali, Colombia: Peter Lang S.A. Editions scientifiques européennes, Universidad del Valle. Primera edición.

Gras-Martí[1], Albert y otros colaboradores (2005). *Lenguajes de la Física y recursos digitales del docente.*Granada, España: Revista Enseñanza de las ciencias, 1. Universidad de Alicante.

Hitt, Fernando (2000). *Construcción de conceptos matemáticos y de estructuras cognitivas.* México: http://uqam.academia.edu/fernandohitt

Johnson–Laird, Philip Nicholas (1995). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and consciousness.* United States of America: Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. Cognitive Science Series, 6. 6º edición.

Lucero, Irene; Concari, Sonia y Pozzo, Roberto (2009). *El análisis cualitativo en la resolucion de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo.* Publicado en Investigações em Ensino de Ciências - ISSN 1518-8795 – vol 11.

Moreira, Marco Antonio (2002). *Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias*. Brasil: Publicado na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 3, p. 37-57.

Moreira, Marco Antonio (2000). *Aprendizaje significativo crítico*. Brasil: Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, p.p. 33-45 con el título original de *Aprendizaje Significativo Subversivo*. http://www.if.ufrgs.br/~moreira/

Perkins, David (2003). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Editorial Gedisa. Colección debate socio–educativo. 3º reimpresión.

Spiegel, Alejandro (1999). *Docente protagonista: docente compositor*. Argentina: Ediciones Novedades Educativas. 1º edición.

Sobre la Incorporación de las TICs a la Práctica Experimental en Física: Preferencias de los Alumnos

Capuano, Vicente; Bordone, Eduardo;
Gutierrez, Edgardo; Salazar, Ma. J.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNC
vcapuano@com.uncor.edu

Resumen

Este trabajo ofrece el resultado de las preferencias fundamentadas de los alumnos, en relación a realizar una práctica experimental (PE) con equipamiento tradicional o con equipamiento en el que se han incorporado de distintas maneras, las TICs. Se operó con distintas PE, en un curso de Física del ciclo básico universitario, en experimentos asociados al movimiento de un carrito sobre un plano inclinado. Los resultados estarían indicando una clara preferencia por la incorporación de las TICs en las PE, aun cuando en los motivos por los cuales prefieren dichas prácticas, no hay señales de que

se hayan considerado características relacionadas con aspectos académicos que subyacen en la misma.

Palabras Clave: Laboratorios; TICs; Alumnos; Preferencias; Fundamentos.

Introducción

La PE aparece con fuerza entre las acciones didácticas a las que un docente puede recurrir al momento de intentar la construcción de un concepto, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. No se duda en general sobre su importancia pero, a pesar del esfuerzo materializado en distintas propuestas para la enseñanza experimental, el colectivo de investigaciones destaca que los resultados del aprendizaje no han sido del todo satisfactorios (Pesa y otros, 2012; Hodson, 1994). En general, los intentos por producir mejoras en la PE, están orientados a lograr clases en el laboratorio en las cuales las prácticas sean "casi" individuales (2 ó 3 alumnos por equipo), a incrementar el tiempo destinado a las mismas, incrementando a su vez la variedad de experimentos, y a incorporar equipamiento moderno dotado de nuevas tecnologías (Kofman, 2005).

Una PE será efectiva, siempre y cuando se logre que el alumno reflexione críticamente acerca de la misma, no la desarrolle mecánicamente al estilo de una receta, y que la experiencia diseñada logre despertar su interés (Salinas, 1996; Gil Pérez y Valdéz Castro (1996). También la construcción de conceptos y el cambio conceptual, se ven favorecidos por el desarrollo de experimentos (Novak, 1990; García y otros, 1999).

Sobre PE es mucho lo que se ha transitado, desde las tradicionales hasta las actuales, fuertemente asistidas por las nuevas Tecnologías Informáticas y de la Comunicación (TICs). Las distintas modalidades de PE, impulsadas por desarrollos en el ámbito de la mecánica de precisión, de la electrónica, de la computación, de la informática y de las comunicaciones, plantean como instancia complementaria a la de indagar sobre la fortaleza en general de la PE en el ámbito de la Enseñanza de la Física, el estudio de sus distintas modalidades.

Otras investigaciones realizadas en el ámbito de la Enseñanza Experimental de la Física, concluyeron en la conveniencia de aproximar la PE, a las "experiencias cruciales" que llevadas a cabo por científicos, contribuyeron significativamente con la evolución del conocimiento (Klimovsky, 1994; Capuano y otros, 2001). Una de las experiencias cruciales de la Física, es aquella realizada por Galileo en el siglo XVII, con la intención de determinar las características del movimiento de un cuerpo que se desplaza por un plano inclinado (Fuertes Martínez y Pérez Gigosos, 1996; Gutierrez y Capuano, 2008; Boido, G., 1993). Ese experimento se ha repetido en innumerables ocasiones, en distintos países y en distintos niveles del sistema educativo (medio y superior), y se considera una práctica paradigmática en el ámbito de un laboratorio de ciencias.

Respecto de las TICs, es generalmente aceptado en el ámbito académico, que éstas pueden provocar una verdadera revolución educativa (Kofman, ob. cit.), aun cuando, en general y al menos en la Enseñanza de la Física, no se ha logrado superar aún una primera fase, que podríamos llamar exploratoria. Casi no se ha investigado su valor como estrategia educativa (Capuano y Gonzalez, 2008). Hay advertencias que se asientan más que nada en la intuición (Sanmartí e Izquierdo,

2001), sobre las ventajas y desventajas de utilizarlas. Finalmente, nadie puede negar que con el uso de las TICs mejora la precisión que se logra en la toma de datos, la objetividad de su lectura (prácticamente se hace sin la intervención del operador), la velocidad con la cual pueden procesarse los datos, la contundencia de curvas experimentales muy próximas a curvas teóricas, etc., es decir, nuevos aspectos de la práctica experimental que se debieran traducir en aprendizajes sujetos de investigación.

Es sabido que las prácticas responden a distintas finalidades, y que de acuerdo al objetivo debe realizarse su diseño (Izquierdo y Espinet, 1999; Capuano y otros, 2006a; Capuano y otros 2006b). Las prácticas deben orientarse a lograr determinados aprendizajes y para ello es determinante la arquitectura del equipo (instrumentos y elementos en general que lo componen), así como el modo sugerido para su uso. Las TICs se pueden incorporar a la PE de distintas maneras y el modo como se las incorpore, dependerá necesariamente de los objetivos planteados para la misma.

¿Podrá una práctica clásica, probada y valorizada su eficiencia como instrumento de enseñanza y de aprendizaje, incorporar las TICs sin perder su riqueza desde lo conceptual cuando incorpora los beneficios que implica el uso de nuevas tecnologías? Creemos que es posible. Creemos que no es sencillo ni intuitivo determinarlo y por ese motivo, consideramos al problema de incorporar las TICs a la PE clásica, como un sujeto de investigación y procedemos a investigarlo.

El propósito de este trabajo es, sobre la base de una PE clásica con plano inclinado, diseñar al menos dos tipos de prácticas con distintos grados de incorporación de las TICs, para investigar en una primera etapa, sobre las preferencias de los alumnos por utilizar una u otra práctica, prestando especial

atención en los motivos que guían su elección. A la PE clásica se la denominará Práctica Experimental Tradicional (PET); a una de las prácticas diseñadas, la que incorpora TIC sólo en algunos aspectos del uso del equipo la denominaremos Práctica Experimental Parcialmente Asistida (PEPA); y a aquella que incorpora TICs en variados aspectos y logra que el proceso de medición y de cálculo sea automático, la denominaremos Práctica Experimental Totalmente Asistida (PETA). Cada una de estas prácticas (PET, PEPA y PETA), constituirá una estrategia.

Como metodología de investigación se utilizó la cuantitativa, utilizando un cuestionario aplicado con la técnica del pretest y postest, especialmente elaborado en un diseño experimental que contempla dos Grupos Experimentales (GE1 y GE2) de alumnos y un Grupo Control (GC).

Hipótesis

Dado que aún no se ha generado un cuerpo de conocimientos asociado a la presencia de las TICs en los diseños de PE (Kofman, ob. cit.), por lo que se carece de información suficiente y conocimientos previos del objeto de estudio, orientamos esta investigación a lograr resultados que constituyan una visión aproximada de dicho objeto.

Los resultados logrados permitirán una formulación más precisa del problema ya que se dispondrá de nuevos datos y se podrán formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

Resumiendo, consideramos a esta investigación como exploratoria, y con la función de profundizar en el conocimiento

del problema reuniendo información que permita en próximos trabajos la formulación de hipótesis.

Grupos	GC (PET) 32 alumnos		GE1 (PEPA) 31 alumnos		GE2 (PETA) 33 alumnos	
Comisiones	Comisión 1	Comisión 2	Comisión 3	Comisión 4	Comisión 5	Comisión 6
Práctica 1: cinemática	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA
Práctica 2: dinámica	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA

Tabla I. Distribución de las estrategias

Diseño del Experimento

El experimento se llevó a cabo proponiendo a los alumnos tres tipos de prácticas diferenciadas (PET, PEPA y PETA) en las unidades "cinemática" y "dinámica", en un curso de Física I del ciclo básico universitario. A las seis comisiones de dicho curso y en grupos de dos, le fueron aplicadas las distintas estrategias, según el esquema que muestra la tabla I. Las comisiones 1 y 2 que constituyeron el grupo control (GC), realizaron dos veces una PET (cinemática y dinámica); las 3 y 4, grupo experimental 1 (GE1), realizaron dos veces una PEPA; y las 5 y 6, grupo experimental 2 (GE2), realizaron dos veces una PETA. Se considera que la intervención con la estrategia, se realizó en un 20% del total de acciones didácticas desarrolladas por la cátedra en estos temas.

En cada una de las comisiones, de algo menos de 20 alumnos, se dispusieron seis equipos iguales, para la realización de cada una de las PE, con un docente que orientó su realización.

Para indagar sobre los resultados de la aplicación de las distintas estrategias, se utilizó como instrumento de evaluación un cuestionario con 8 preguntas, de las cuales sólo utilizaremos 3 en este trabajo, elaborado especialmente para evaluar preferencias por el tipo de práctica, y aspectos cinemáticos y dinámicos del movimiento de un cuerpo que se desplaza por un plano inclinado. Fue aplicado a las seis comisiones del curso, con la técnica del pretest y postest. Los alumnos de todas las comisiones debieron completar el cuestionario en un tiempo máximo de 30 minutos, antes de iniciar los temas involucrados en la investigación (pretest) y al finalizar los mismos (postest).

Las Prácticas Experimentales PET, PEPA y PETA

En las prácticas sobre **cinemática** y sobre **energía**, en sus tres versiones (PET, PEPA y PETA), se plantearon como objetivos generales: medir la velocidad y la aceleración de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado; caracterizar el tipo de velocidad que experimenta el cuerpo, encontrar una relación entre la aceleración del cuerpo y la de la gravedad, considerando la inclinación del plano; introducir la problemática de la energía mecánica en sus distintas formas y operar sobre las mismas para indagar sobre cómo éstas interactúan entre sí: aplicar la "teoría de errores" a las mediciones; acumular, al finalizar la PE, información y antecedentes que se puedan utilizar como fundamentos para emitir juicios de valor y de conocimiento; y analizar críticamente la experiencia.

Las Prácticas Experimentales Tradicionales (PET)

Fueron realizadas por las comisiones del GC, y en su diseño se utilizó, para llevar a cabo las mediciones, una cinta métrica y un cronómetro. Con una plomada se aseguró la vertical en la medida de las alturas. La inclinación de la pista se determinó midiendo la altura "h_o" y la distancia horizontal "b". El tiempo de caída del carrito por el plano inclinado, partiendo del reposo, se midió con un cronómetro. La Figura 1.muestra un esquema del arreglo experimental.

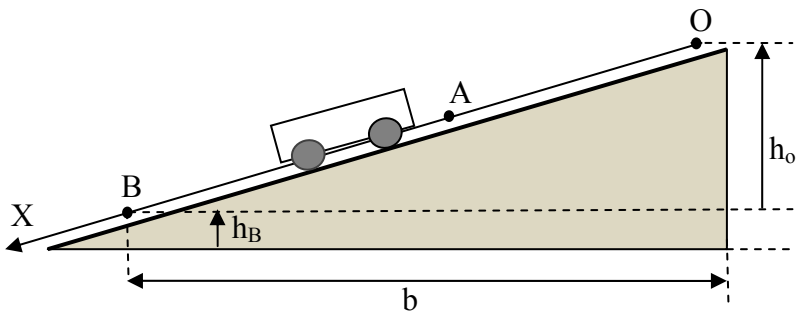


Figura 1. Esquema que muestra algunos parámetros que caracterizan a la PET

Admitiendo que el movimiento es acelerado y que ésta es constante (se demostró en clases teóricas), se calculó la velocidad final del móvil en el punto "B". Con dicho valor y el tiempo de caída, se calculó la aceleración del carrito. También con la velocidad final se pudo calcular el valor de energía cinética en el punto inferior "B" y con la medición de las alturas "h_o" y "h_B", se calculó el valor de la energía potencial del carrito en los puntos "O" y "B".

En suma, mediante mediciones y cálculos, se pudieron determinar valores de velocidad en el punto "B", de energías potencial y cinética en los puntos indicados como "O" y "B", y de la aceleración que experimenta el carrito. Las incertidumbres de las mediciones directas e indirectas, se determinaron a partir de las incertezas estimadas en las mediciones de los espacios y los tiempos, y utilizando la teoría de propagación de incertezas.

Las Prácticas Experimentales Parcialmente Asistidas (PEPA)

Realizadas por el GE1, en su diseño se utilizó para medir una cinta métrica, un instrumento Xplorer Dataloger (GLX), un sistema de computación y un sensor de posición que opera con una señal de ultrasonido (mayor que la frecuencia audible) por un sistema similar al de un radar. Con una plomada se aseguró la vertical al medir alturas. Respecto de las PET, sólo se cambió el modo de registrar las distintas posiciones del móvil y el instante de tiempo en el que ello ocurre.

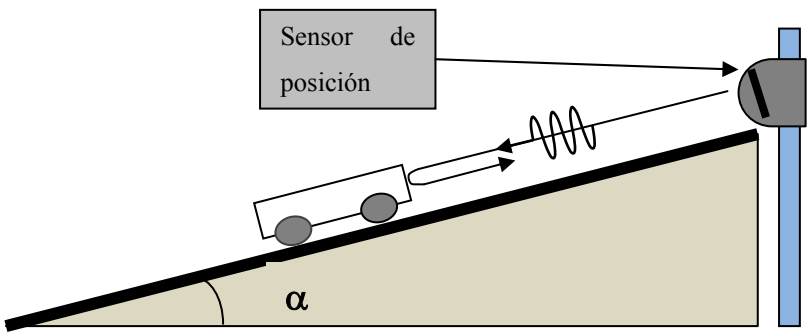


Figura 2. Esquema del montaje que utilizará durante la práctica experimental PEPA y la PETA.

El Xplorer GLX es un equipo de adquisición de datos, que puede analizar los datos recogidos, realizar operaciones y representaciones gráficas, y conectado el sensor de posición, proporciona los datos que contiene la Tabla II. Luego, se acopla el GLX a una computadora que se utiliza para imprimir la Tabla II (también se podría haber conectado el Xplorer directamente a una impresora).

Punto	Tiempos t [s]	Posición X [m]
-------	0,560	0,132
-------	0,580	0,132
-------	0,600	0,132
(x_o,t_o)	**0,620**	**0,132**
(x_1,t_1)	0,640	0,133
(x_2,t_2)	0,660	0,133
(x_3,t_3)	0,680	0,134
(x_4,t_4)	0,700	0,135
(x_5,t_5)	0,720	0,136
(x_6,t_6)	0,740	0,138
(x_7,t_7)	0,760	0,139
(x_8,t_8)	0,780	0,141
(x_9,t_9)	0,800	0,143

Tabla II. Conjunto de valores que registra el Xplorer.

Las Prácticas Experimentales Totalmente Asistidas (PETA)

Realizadas por el GE2, son en todo similares a la práctica anterior, salvo que una vez que la computadora ha almacenado los datos, utiliza un software especialmente cargado en la misma, el "Data Estudio", compatible con el modo como archivó los datos el GLX, para analizarlos. Por ejemplo, se puede observar en la pantalla de la computadora, la representación de la función posición del carrito x(t); también el programa puede ajustar una función de segundo grado, $x(t) = a.t^2+b.t+c$, a la representación anterior, determinando los parámetros que caracterizan al movimiento ("a", "b" y "c") y sus incertezas asociadas ("Δa", "Δb" y "Δc"). Lo mismo puede hacer con la función velocidad asociada al movimiento del carrito, determinando los parámetros que la caracterizan y sus incertidumbres asociadas. Los alumnos utilizan todas estas posibilidades que les proporciona el "Data Estudio", para estudiar el movimiento.

Instrumento de Evaluación y Resultados

A continuación se incorpora el cuestionario (en cursiva) y luego de cada una de las preguntas, se agregan los resultados.

Enunciado.

Suponga un carrito que se desliza por un plano inclinado, partiendo del reposo desde una posición inicial indicada como (x_o). Desprecie todo tipo de rozamiento y considere que dispone de distintos instrumentos de medición y registro, con los cuáles puede determinar la posición que ocupa el móvil en distintos instantes de tiempo (ver Figura 3). NOTA:

luego se detallan los instrumentos disponibles, sus características y su uso (cinta métrica, cronómetro, sensores sonoros y Dataloger), similar a como se los detalló cuando se describen las prácticas (no se incluye por razones de espacio), especialmente los dos últimos que se supone desconocidos para los alumnos.

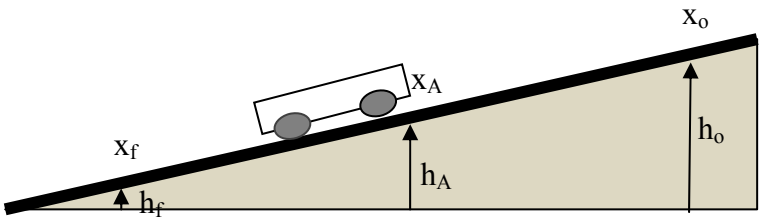


Figura 3. Cuerpo que se desplaza por un plano inclinado

Pregunta 1.

*Si usted tuviese la posibilidad de trabajar de las maneras **A.**, **B.** y **C.** que se indican a continuación, ¿cual elegiría? Seleccione en orden a su gusto, las opciones: 1º)…….; 2º)……. 3º)……*

A. *Opera con el **cronómetro** midiendo el tiempo que tarda el carrito en recorrer una cierta distancia, que mide con una cinta métrica, y luego, con las expresiones analíticas del MRUV, determina los parámetros que caracterizan al movimiento.*

B. *Opera con el **sensor sonoro** para que le proporcione la tabla, obviamente mucho más extensa que la de la figura, con las distintas posiciones del carrito y los tiempos en las cuales las ocupa.*

*C. Opera con el sensor conectado a una **computadora**, para que ésta procese los datos y obtenga las expresiones analíticas de las funciones posición, velocidad y aceleración, y sus correspondientes representaciones gráficas.*

NOTA:

EXPLIQUE BREVEMENTE el motivo del orden de su selección, y si le parece que ninguna de las opciones propuestas para trabajar es interesante, y usted dispone de una manera mejor de trabajar, también EXPLIQUE BREVEMENTE.

Resultados.

Si bien la pregunta solicitaba un "orden" de preferencia de las estrategias dadas, con la posibilidad de agregar otra en el caso de que ninguna fuese considerada interesante, no se consideró el orden agrupándose las que tenían la misma opción en primer lugar (A, B ó C).

La Tabla III presenta los resultados. El GC que hizo como PE la PET, expresó en el pretest la preferencia que indica la segunda columna y en el postest la que indica la tercera, contadas desde la izquierda. En las que siguen, se indican las preferencias del GE1 y del GE2 antes y después de recibir la aplicación de la estrategia.

	GC - PET		GE1 - PEPA		GE2 - PETA	
Preferencias	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	28%	44%	16%	0%	30%	3%
B (PEPA)	22%	12%	16%	16%	12%	3%
C (PETA)	50%	44%	68%	84%	58%	94%

Tabla III. Respuestas a la pregunta 1.

En la tabla se ha sombreado el comportamiento del grupo (pretest y postest), en relación con la estrategia que le fue aplicada. El GC incrementa su preferencia por la práctica realizada en un 16%; el GE1 no modifica su preferencia; y el GE2 incrementa en un 36%.

El mayor cambio se da en el GE2 que incrementa la preferencia por la PETA en un 36%. Los dos grupos asistidos por las TICs, disminuyen a un mínimo sus preferencias por la PET: el GE1 a 0% (-16%) y el GE2 al 3% (-27%). El GC incrementa en un 16% su preferencia por la PET.

En relación con las explicaciones solicitadas, estas fueron agrupadas en las siguientes categorías:

1. no justifica,
2. la elección se justifica por la facilidad operativa, practicidad, automaticidad de la toma de datos.
3. la elección se justifica por la precisión en la toma de datos, apuntando a minimizar las incertidumbres y maximizar la exactitud.
4. la elección se justifica por una combinación de las categorías 2 y 3.

5. la elección se justifica en la mejor comprensión del fenómeno y de las funciones asociadas que lo describen.
6. Otros, la justificación dada no es comprensible o no tiene relación con lo que se preguntaba.

Dado que la justificación pudo involucrar dos o más categorías, la suma de porcentajes de las columnas, supera el 100%. La explicación más frecuente del porqué de la preferencia, Tabla IV, está asociada a la categoría 3.

Categoría	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	4%	22%	3%	6%	3%	9%
2	9%	3%	13%	23%	3%	15%
3	56%	41%	48%	42%	43%	55%
4	9%	9%	13%	26%	30%	12%
5	13%	25%	23%	3%	21%	9%
6	9%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla IV. Justificación de la preferencia

Pregunta 2.

Suponga que su intención es medir la velocidad instantánea del carrito en su caída por la pista, ¿con cuál de los tres modos de operar "A", "B" y "C" descriptos en el punto 1, usted puede lograrlo? INDIQUE EL MODO ("A", "B" O "C") Y EXPLIQUE BREVEMENTE.

Resultados.

En la Tabla V, similar a la III, todos los grupos incrementan su preferencia por la práctica realizada, según se observa en las celdas sombreadas: el GC un 9%, el GE1 un 20%, y el GE2 un 47% que resulta el mayor cambio en la pregunta 2, alcanzando su preferencia luego en el postest al 97%. En este grupo, las preferencias por la PET y la PEPA disminuyen a un mínimo. En los dos grupos asistidos (GE1 y GE2), las preferencias por la PET disminuyen a un mínimo.

Preferencia de práctica	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	15%	24%	17%	0%	17%	3%
B (PEPA)	41%	32%	40%	60%	23%	0%
C (PETA)	37%	40%	43%	40%	50%	97%
No responde	7%	4%	0%	0%	10%	0%

Tabla V. Respuestas a la pregunta 2

En relación con las explicaciones del porqué de la preferencia, se mantienen las categorías del punto anterior y el resultado se muestra en la Tabla VI. La categoría "6" es mayoritaria y disminuye entre el pretest y el postest; un 35% en el GC, un 21 % en el GE1 y un 6% en el GE2. El cambio más significativo aparece en el GC, que incrementa su categoría "1"

en un 41%. Llama la atención el bajo porcentaje de la categoría "5", en el pretest y en el postest.

Categoría	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	3%	44%	0%	21%	14%	14%
2	9%	3%	21%	21%	11%	9%
3	9%	12%	21%	24%	9%	23%
4	3%	0%	3%	6%	6%	0%
5	0%	0%	6%	0%	3%	3%
6	76%	41%	49%	28%	57%	51%

Tabla VI. Justificación de la preferencia.

Pregunta 3.

Si ahora su problema es analizar las incertezas asociados a las magnitudes que mide en la experiencia, por ejemplo errores asociados a la medición de los tiempos y de los espacios recorridos, para luego asociar errores absolutos a los valores de velocidad y aceleración ¿cuál de los tres modos de operar "A", "B" y "C" descriptos en el punto 1, usted cree que es sencillo para determinar dichos errores? INDIQUE EL MODO ("A", "B" O "C") Y EXPLIQUE BREVEMENTE:

Resultados.

La Tabla VII, es similar a la anterior. En la práctica realizada (sombreada) el GC mantiene su preferencia muy alta,

del 59% y sin cambios, entre el pretest y el postest; el GE1 la incrementa levemente, en un 7%; y el GE2, la incrementa significativamente, en un 31%, que resulta el mayor cambio de la tabla.

Preferencia de práctica	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	59%	59%	41%	15%	33%	18%
B (PEPA)	6%	8%	16%	23%	28%	15%
C (PETA)	29%	33%	40%	62%	33%	64%
No responde	6%	0%	3%	0%	6%	3%

Tabla VII. Respuesta a la pregunta 3.

El GE1 mantiene su preferencia por la PEPA y traslada preferencias de la PET (-26%) a la PETA (+22%). El GC, no manifiesta cambios.

La explicación más frecuente está asociada a la categoría "3", seguida por la "2". Entre ambas superan el 50% en los tres grupos y en el pretest y en el postest. (Tabla VIII).

Categoría	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	6%	6%	3%	9%	11%	6%
2	12%	19%	22%	27%	11%	34%
3	47%	34%	42%	30%	43%	23%
4	16%	0%	12%	9%	9%	0%
5	3%	13%	3%	3%	0%	14%
6	16%	28%	18%	22%	26%	23%

Tabla VIII. Justificación de la preferencia.

Otra Manera de Mirar los Resultados

La Tabla IX, muestra los cambios de preferencia entre la PET, PEPA y PETA, en los tres grupos y en cada una de las preguntas: pregunta 1 (P1) referida en general a la PE; pregunta 2 (P2) referida a la capacidad de la práctica para medir velocidad instantánea; y pregunta 3 (P3) referida a la precisión con la cual se puedan calcular las incertezas en las mediciones. Nuevamente se han sombreado las celdas que corresponden a la práctica que realizó el grupo.

Comportamiento del GC.

Consideramos que no son en general significativos, los cambios que ocurren. El 16% que incrementa la preferencia en la P1, por la práctica que realizó (la PET), tal vez se deba a que los alumnos percibieron que aun con equipamiento sencillo, pueden lograrse resultados razonablemente buenos. Naturalmente,

tuvieron que hacerlo a expensas de disminuir su preferencia por la PEPA y por la PETA.

Comportamiento del GE1.

Se destaca una disminución del 26% en la preferencia por la PET en la P3, un crecimiento del 22% en la preferencia por la PETA en la P3, y también un crecimiento del 20% en su preferencia por la PEPA (práctica que realizó) en la P2.

Preferencia de práctica	GC - PET Cambios			GE1 - PEPA Cambios			GE2 - PETA Cambios		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (PET)	+16%	-11%	0%	-16%	-17%	-26%	-27%	-14%	-15%
B (PEPA)	-10%	-9%	+2%	0%	+20%	+7%	-9%	-23%	-13%
C (PETA)	-6%	+3%	+4%	+16%	-3%	+22%	+36%	+47%	+31%
No responde	----	-3%	-6%	----	0%	-3%	----	-10%	-3%

Tabla IX. Cambios en las preferencias de los grupos en cada una de las preguntas.

En la P1 hay un traslado de preferencia del 16%, de la PET a la PETA. Los tres grupos forman parte de un mismo curso y es posible que al momento de aplicar el postest, ya se haya difundido entre los alumnos, información sobre fortalezas y debilidades de las tres prácticas: por ejemplo que quienes realizaron la PETA, finalizaron con su práctica, con cálculos

matemáticos y de incertezas, y representaciones gráficas, en clase, ya que esa tarea fue realizada por el Data Estudio.

En la P2, los cambios pueden interpretarse como que los alumnos por trabajar con la tabla de pares ordenados casi simultáneos (Δt=0,02s), se convencieron que la mejor práctica para calcular la velocidad instantánea o casi instantánea, es la PEPA. Este incremento hizo que disminuyera (-17%) la preferencia por la PET, práctica en la cual claramente se miden valores de velocidad media. La preferencia por la PETA, prácticamente no se modifica. En relación con la P3, el grupo reduce (-26%) su preferencia por la PET e incrementa (+22%) su preferencia por la PETA. El pasar de la PET a la PETA, les permite evitar los tediosos cálculos asociados a la teoría de propagación de las incertezas que sí deben abordar cuando realizan la PET y la PEPA, pero que no hacen cuando realizan la PETA.

Comportamiento del GE2.

Los cambios más significativos ocurren en el GE2, con la preferencia por la PETA, en las tres preguntas. Agreguemos a ello que el cambio de +47%, que ocurre en la P2, es a partir de un valor de preferencia en el pretest del 50%, Tabla V, lo que le permite llegar al 97%. La elección de la PETA en las 3 preguntas, crece a expensas de disminuir la preferencia por las PET y PEPA. Resumiendo, el GE2 que realizó la PETA considera después de realizarla, que con ese tipo de equipamiento puede realizar la mejor PE, al menos en relación a las 3 preguntas realizadas. Es de las tres estrategias, la más impactante.

Explicaciones del porqué de la preferencia.

En la P1 (Tabla IV), los mayores porcentajes en los tres grupos (pretest y postest), los tiene la categoría 3, que se refiere a *"precisión en la toma de datos, apuntando a minimizar los errores y maximizar la exactitud"*. En la P2 (Tabla VI), los mayores porcentajes corresponden a la categoría 6, que se refiere a que *"no es comprensible o no tiene relación con la pregunta"*. También presenta porcentajes importantes, la categoría 1 que contiene a quienes *"no justifican".* En la P3 (Tabla VIII), los mayores porcentajes corresponden a la categoría 3, como en la pregunta 1.

Conclusiones

Tanto en las preferencias como en las explicaciones del porqué de las mismas, no se perciben patrones claros de comportamientos (cambio entre pretest y postest). Sin embargo, señalamos observando la penúltima fila de la Tabla IX, que en las tres preguntas, el GC no modifica su preferencia por la PETA, y los GE1 y GE2, la incrementan significativamente.

Analizando la tabla por fila, se percibe que: la preferencia por la PET, en las tres preguntas y en los tres grupos (9 celdas) exhibe 7 cambios negativos, 1 positivo y una celda sin cambios; la preferencia por la PEPA, 3 positivos, 5 negativos y una celda sin cambios; y la preferencia por la PETA, 7 positivos y dos negativos. Ponderando los porcentajes, para todo el curso se llega a un corrimiento de preferencias de la PET a la PETA.

Las explicaciones del motivo de las preferencias, estarían aportando una preocupación en el sentido de que se analiza la presencia de las TICs, desde la facilidad operativa,

practicidad, automaticidad de la toma de datos, minimizar incertidumbres y maximizar exactitud, y no aparece en ninguna de las preguntas que la elección se justifique por una mejor comprensión del fenómeno y de las funciones asociadas al mismo. Por otro lado, y tomando como ejemplo la incerteza asociada a los distintos parámetros que caracterizan el movimiento, con la PETA, son provistos por el sistema, pero no se conoce en absoluto sobre cómo los calcula. Incluso, la tabla de pares ordenados que entrega el GLX, proporciona valores numéricos de los cuales se desconoce su incerteza.

En los resultados finales se percibe que cada grupo confía en la experiencia que realizó, pero esa confianza es claramente mayor, en aquellos que automatizaron el experimento. La ausencia de aspectos académicos que fundamenten la confianza, nos alientan a continuar con las investigaciones. Las restantes preguntas del cuestionario realizado, indagan sobre los contenidos y aprendizajes, yendo más allá de las preferencias y sus razones. Queda pendiente un próximo trabajo de análisis y correlaciones.

Referencias Bibliográficas

Boido, G., 1993. La reconstrucción de experimentos en la historia de la ciencia: Galileo en debate. *Ens. de la Física - APFA.* 6(1), pp.66-72.

Capuano, V.; Follari, B.; Dima, G.; De la Fuente, A.; Gutierrez, E.; Perrotta, M., 2001. *Los experimentos cruciales en la enseñanza de la Física y el espejo de Lloyd*. ENPF. Córdoba, pp.119-127.

Capuano, V.; Gutierrez, E.; Martín, J.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M. (2006a). *Sobre como las "prácticas experimentales orientadas" contribuyen al cambio conceptual*. V CAEDI. Mza., pp 463-470.

Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M., 2006b. *El cambio conceptual y las PE orientadas, en la "formación de imágenes"*. SIEF 8. Gualeguaychú.

Capuano, V, y González, M., 2008. Sobre cómo se incorporan las NTICS a la práctica docente en general y a la práctica experimental en particular, en Física. VI CAEDI. Trabajo Nº 355. Páginas: 8.

Fuertes Martínez, J. y Pérez Gigosos, G., 1996. Regreso al Plano Inclinado. Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 9, Nº 2, pp. 93-108.

García, P., Insausti, M. y Merino, M., 1999. Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 533-542.

Gil Pérez, D. y Valdéz Castro, P., 1996. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.

Gutierrez, E. y Capuano, V., 2008. Los "experimentos cruciales" en Física, la enseñanza de la Física y la "resignificación conceptual". Memorias VI CAEDI. Trabajo Nº 354. Páginas: 8.

Hodson D., 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. Vol 12, N° 3, pp.299-313.

Izquierdo, M. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-60.

Klimovsky, A. 1994. *Las desventuras del conocimiento científico*. Editorial A-Z. Buenos Aires. Argentina.

Kofman, H., 2005. Nuevos contenidos y metodologías con NTICs en la Enseñanza de la Física. *Revista de Física de La Argentina (FCEFyN –UNC) Número extraordinario*. pp 20-27.

Novak, J., 1990. *Teoría y Práctica de la Educación*. Editorial Alianza Universitaria. IV reimpresión. Madrid, España, 175p.

Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S., 2012. La importancia de las actividades de Laboratorio en la Formación en Física de Ingenieros. SIE11,pp 61-67.

Salinas, J., 1996. Manifestación de razonamientos "ad hoc" en estudiantes de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*, 9 (2),25-32.

San Martí, N. y Izquierdo, M., 2001. Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique* Nº 29 pp 71-83

Sebastiá, J., 1987. ¿Qué se pretende en los Laboratorios de Física Universitaria? *Enseñanza de las Ciencias.* Vol. 5 Nº 3. pp. 196-204.

Séré, M., 2002. La enseñanza en el Laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 20 Nº 3. pp. 357-368.

Sofisticación Epistémica Incipiente en Electrostática: Un Estudio de Caso en Alumnos Universitarios.

Perea, María Andrea; Buteler, Laura María

Instituto de Física Enrique Gaviola. Facultad de Matemática, Astronomía y Física.
Universidad Nacional de Córdoba.
perea@famaf.unc.edu.ar

Resumen

Se presenta un estudio de caso en el cual se analizan las habilidades epistémicas de tres estudiantes universitarios resolviendo un problema de electrostática. Empleamos el marco teórico de los Recursos Cognitivos. Éste asume que las tareas cognitivas que realizan los estudiantes se enmarcan epistémicamente mediante la activación de determinados recursos epistémicos. Los resultados evidencian que estos estudiantes universitarios (novatos en electrostática) ya poseen una sofisticación epistémica incipiente, lo cual es una clara componente de experticia. Esto no va necesariamente de la mano con la obtención de un resultado correcto, sino con la

disponibilidad y la activación de diversos recursos epistémicos que les resultan productivos para la actividad que se encuentran realizando.

Palabras clave: Recursos epistémicos; Recursos cognitivos; Sofisticación epistémica; Resolución de problemas de Física.

Introducción

Según diversos investigadores en el área de la educación en Ciencias, las concepciones epistemológicas de los estudiantes, resultan primordiales para interpretar sus dificultades en el aprendizaje de los contenidos científicos (Salinas et al., 1995; Campanario y Otero, 2000; McComas, 2000; Staphoupoulou y Vosniadou, 2007; Wainmaier, Speltini y Salinas, 2011).

Más allá del acuerdo existente sobre la relevancia que tienen las concepciones epistemológicas en el aprendizaje, los trabajos que las toman como objeto de estudio se enfocan en distintos aspectos de las mismas. Algunos de estos indagan sobre las concepciones epistemológicas de los estudiantes y su relación con la comprensión conceptual que los mismos alcanzan (por ejemplo, Guridi, 1999; Wainmaier, 2003; Wainmaier, Speltini y Salinas, 2011). Estas investigaciones se enfocan en las características públicas de la epistemología, es decir, en la forma en la que se construyen y validan los conocimientos en la comunidad científica. Desde esta visión, el término concepciones epistemológicas es utilizado para hacer referencia a las ideas sobre las Ciencias y el conocimiento científico.

Sandoval (2005) presenta una revisión exhaustiva sobre las diversas investigaciones realizadas en relación a las creencias de los estudiantes sobre la naturaleza de las Ciencias. El autor señala que la capacidad de indagación de los estudiantes está guiada por las *epistemologías prácticas* de los mismos. Distingue entre *epistemología formal* y *epistemología práctica*. La primera corresponde al conjunto de ideas sobre el conocimiento científico y su producción que los estudiantes parecen tener sobre la ciencia profesional (formal). Mientras que la segunda se refiere al conjunto de ideas que los estudiantes tienen sobre su propia producción de conocimiento en la ciencia escolar (las creencias epistemológicas que guían la práctica). Sandoval (2005) considera que para la mayoría de las personas, estas epistemologías prácticas no son coherentes y son probablemente tácitas.

Elby y Hammer (2001) remarcan la importancia de tener en cuenta que las concepciones epistemológicas productivas -las que ayudan al estudiante a aprender- a veces difieren de las concepciones epistemológicas "correctas" expuestas por filósofos y científicos sociales. Estos sugieren que muchos de los conocimientos epistemológicos ingenuos consisten en *recursos epistemológicos* -frecuentemente implícitos, a menudo inarticulados- que pueden ser activados en diferentes combinaciones por diferentes contextos.

Elby y Hammer (2001 y 2002), se enfocan en estudiar las llamadas *epistemologías personales* de los estudiantes que se corresponden con las que Sandoval (2005) denomina *epistemologías prácticas*. Estas *epistemologías personales* son justamente las que permiten a las personas determinar (ya sea implícita o explícitamente) cuál es el conocimiento adecuado para ser usado al abordar una situación particular. En otras palabras, las *epistemologías personales* son las que habilitan al

estudiante a dar respuesta a la pregunta tácita "¿de qué se trata esta actividad? ¿Qué se supone que tengo que hacer acá?" Esta perspectiva personal de las epistemologías, posibilita un mejor entendimiento de las tareas cognitivas que tienen lugar durante el aprendizaje, tales como la argumentación y la resolución de problemas (Coleoni y Buteler, 2012).

Nuestro trabajo se enfoca en las epistemologías personales de estudiantes universitarios novatos. Se observan cuáles son los recursos epistemológicos que éstos utilizan durante la resolución de problemas de Física, cómo enmarcan epistemológicamente la tarea, y cuál es el grado de cambio en sus epistemologías personales. Cabe aclarar que los llamamos estudiantes novatos, ya que trabajamos con estudiantes que recién habían visto los contenidos correspondientes a Electrostática pero todavía no habían sido evaluados.

Marco Teórico

El marco teórico que nos permitirá el análisis de las epistemologías personales de los alumnos es el marco de los Recursos Cognitivos. Se basa en una combinación de resultados básicos seleccionados de la investigación educativa, neurociencia, y la ciencia del comportamiento. Provee de ontologías –clases de elementos estructurales y la manera en que estos se comportan-, lo cual permite un rango de estructuras posibles e interacciones construidas desde esos elementos. Este marco admite la creación de modelos descriptivos y fenomenológicos que conectan muchos modelos existentes tales como el de las concepciones alternativas y el enfoque de conocimiento en piezas, o el modelado cognitivo con el enfoque sociocultural. El marco de los recursos es un modelo tipo red,

asociativo, con estructuras de control, y enlaces dinámicos (Bing y Redish, 2009).

Un componente importante de dicha estructura de control, el cual sirve para modelar el uso de la matemática en la física por parte de los estudiantes, son los llamados *recursos epistemológicos* o *epistémicos*. Un *recurso epistémico* es un elemento que representa un paquete de información fuertemente agrupado que, cuando es activado, lleva al individuo a interpretar el conocimiento en cuestión bajo una cierta lente. Estos son dinámicos; pueden ser activados y desactivados de un momento a otro. Varios autores (diSessa, 1993; Redish, 2004) han afirmado que las posturas epistémicas son múltiples y altamente sensibles al contexto. Una prueba más de la naturaleza múltiple de las epistemologías de los estudiantes es la desconexión que suele haber entre cómo los estudiantes ven la naturaleza de la ciencia formal, y cómo proceden para interpretar su propio trabajo en las clases de ciencias. Las posturas epistemológicas evolucionan de maneras complejas, en sentido de tiempo promedio, mientras los estudiantes progresan en su educación.

Un modelo de pensamiento de los estudiantes puede incluir también un proceso por el cual el conjunto de todas las opciones posibles (conceptuales y epistemológicas) son reducidas a un tamaño manejable para ser consideradas por el individuo. Este proceso se llama *enmarque*. De acuerdo con Bing y Redish (2009), enmarcar se corresponde con la elección (usualmente inconsciente) que la mente hace respondiendo a la pregunta: ¿qué clase de actividad es la que tengo acá?

Según Bing y Redish (2009), algunos de los grupos de enmarques que suelen realizar los estudiantes, y sus correspondientes recursos epistémicos dominantes, son los siguientes:

- *Cálculo*. Seguir algorítmicamente un conjunto de cálculos establecidos debería llevar a un resultado confiable.
- *Mapeo Físico*. Una representación matemática simbólica caracteriza fielmente alguna característica del sistema físico o geométrico que se está intentando representar.
- *Invocación de la autoridad*. La información que proviene desde una fuente de autoridad es confiable.
- *Consistencia matemática*. La matemática y las manipulaciones matemáticas son regulares, confiables y consistentes en diferentes situaciones.

Enmarcar es un proceso cognitivo dinámico. La mente de la persona hace un juicio inicial de acuerdo con la naturaleza de la situación en cuestión, pero ese juicio es continuamente actualizado y reevaluado. Todo el tiempo llega nueva información al estudiante ya sea en forma de un comentario de un compañero de clase, de una intervención del entrevistador, al dar vuelta la página de un libro, o incluso de asociaciones espontáneas al azar realizadas en su propio cerebro. Esta nueva información puede llevar al estudiante a re enmarcar su actividad. Cuando enmarcan y re enmarcan su actividad, se activan y desactivan diferentes elementos de su conocimiento matemático. A veces los enmarques de los estudiantes pueden mostrar una considerable resistencia al cambio. A medida que los estudiantes se vuelven más sofisticados y expertos, los autores suponen que se vuelven más flexibles en sus enmarques y aumenta la creación de enmarques híbridos (combinaciones de varios). En la siguiente tabla se muestran los cuatro enmarques mencionados por Bing y Redish (2009), y los indicadores primarios y secundarios que nos ayudan a identificarlos.

<table>
<tr><th></th><th>Cálculo</th><th>Mapeo Físico</th><th>Invocación de la autoridad</th><th>Consistencia matemática</th></tr>
<tr><td>Clase de argumento usado</td><td>Seguir correctamente pasos algorítmicos lleva a un resultado confiable.</td><td>El buen ajuste que existe entre las observaciones matemáticas o físicas da fe del resultado.</td><td>La afirmación por parte de la autoridad de un resultado o de una regla le da credibilidad.</td><td>La similitud o la conexión lógica con otra idea matemática ofrece validación.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Otros indicadores comunes</td><td>Enfocar en la exactitud técnica.</td><td>Explicación a partir de un diagrama.</td><td>Citar una regla</td><td>Analogía con otra idea matemática.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Encadena-miento matemático: se necesita esto para obtener aquello.</td><td>Gestos demostrativos.</td><td>Ausencia de razonamiento encadenado.</td><td rowspan="2">Categori-zación.</td></tr>
<tr><td>Razonamiento encadenado.</td><td>Poco recono-cimiento de la subestructura.</td></tr>
</table>

Tabla 1. Cuatro enmarques comunes y sus indicadores.

La *sofisticación epistémica* existe cuando el sujeto es capaz de cambiar de enmarque durante la resolución -a la cual llamaremos sofisticación epistémica de menor grado- y/o mantener varios enmarques al mismo tiempo sin la necesidad de desestimar ninguno -lo cual denominaremos sofisticación epistémica de mayor grado- (Bing y Redish, 2012).

A la luz de este marco teórico, las preguntas que nos planteamos inicialmente pueden reescribirse de la siguiente manera: ¿Existe sofisticación epistémica en estudiantes novatos? ¿Cuál es el grado de sofisticación epistémica que muestran estos estudiantes durante una primera instancia de resolución de un

problema? Estas preguntas forman parte de una investigación más amplia que intenta describir cómo cambia, si es que lo hace, la sofisticación epistémica de los estudiantes durante periodos completos de instrucción formal.

Metodología

Los participantes de esta investigación son tres estudiantes (M, S y A) de segundo año de la Licenciatura en Física de una universidad pública de Argentina. Al momento de la entrevista se encontraban finalizando el primer mes de cursado de Física General III, en donde hasta el momento se habían desarrollado los conceptos correspondientes a Electrostática con la resolución de problemas correspondiente. Estos conceptos se enseñan al nivel de los presentados en libros como el de Serway (1997) y el de Resnick, Halliday y Krane (1993). Los estudiantes que participaron en el estudio lo hicieron de manera voluntaria, luego de haberse realizado la convocatoria a todo el grupo clase de dicha asignatura. Son alumnos con un desempeño académico promedio bueno.

La tarea consistió en la realización de un problema de electrostática (ver Fig. 1) en el que, para su resolución, el concepto central es el de Campo Eléctrico. Se incentivó a los estudiantes a discutir y analizar las respuestas que iban dando mientras resolvían el problema. La intervención del entrevistador (al cual nos referiremos en los diálogos como E) se limitó a mantener y a orientar las discusiones cuando consideraba que era necesario. La entrevista se registró en formato audio-visual.

Problema 1

Una esfera sólida conductora descargada posee en su interior una cavidad concéntrica (también esférica).

a) ¿Tiene alguna influencia el conductor sobre el campo eléctrico exterior a él generado por una carga puntual +Q ubicada en el centro de su cavidad?

b) Si la carga puntual ubicada en la cavidad no se encontrara justo en el centro de la misma ¿cuáles serían las respuestas del punto anterior?

Fig. 1. El problema utilizado.

Para poder contestar las preguntas que se hacen en el problema, los estudiantes deben entender primero cómo se distribuyen las cargas tanto en la superficie interior de la esfera como en la superficie exterior de la misma. Cuestión que les dificultó el camino en la búsqueda de una respuesta, puesto que no lograban convencerse de cómo era efectivamente esa distribución. Tal camino de búsqueda ha dado lugar a una valiosa fuente de información para poder entender sus razonamientos desde una perspectiva epistémica.

Resultados y Análisis

Los estudiantes no mostraron inconvenientes para explicar lo que sucede en la parte (a) del problema. El punto (b) provocó varias discusiones y les llevó mucho más tiempo para arribar a una conclusión que consideraran satisfactoria. En este segmento de la entrevista pudimos observar la existencia de una sofisticación epistémica incipiente. Por estos motivos, hemos

descripto en detalle dos de los episodios (secciones de entrevista) correspondientes a esta parte, en los cuales encontramos un mayor despliegue de riqueza epistémica por parte de los estudiantes.

Episodio 1: Aparecen los recursos epistémicos de *invocar a la autoridad* y el de *mapeo físico,* y se vislumbran los primeros signos de una sofisticación epistémica incipiente.

En este momento de la entrevista hay un desacuerdo entre los estudiantes. S piensa que las redistribuciones de cargas que se producen tanto en la pared interior de la esfera como en la exterior son ambas inhomogéneas y de signo contrario. Por otro lado, M acuerda en lo que respecta a la redistribución de cargas de la pared interior, pero considera que en la exterior ésta es homogénea. Mientras tanto A, que duda de esas ideas, les recuerda a sus compañeros lo que se había dicho en clase y trae luego un ejemplo de una situación similar para apoyar su reflexión (la cual también había sido trabajada previamente en clase).

El ejemplo que trae A consiste en un cascarón esférico conductor cargado uniformemente, en el cual las cargas se encuentran distribuidas homogéneamente sobre la superficie. Traza una superficie gaussiana esférica adentro del cascarón para la cual dice, que el campo eléctrico en su interior es cero puesto que no encierra ninguna carga. Luego dibuja un punto descentrado en el interior del cascarón. Explica entonces que las fuerzas que ejercerían las cargas del cascarón que se encuentran más cerca del punto son más intensas puesto que están más cerca pero son pocas. Por otro lado, las que se encuentran más lejos del punto ejercerían fuerzas menos intensas porque están

más lejos, pero se compensarían porque son muchas más. Con este razonamiento llega a que la suma total de las fuerzas ejercidas por las cargas del cascarón sobre el punto sería cero. Inmediatamente A y M llevan este razonamiento al problema que están tratando de resolver y acuerdan en que la distribución de cargas en el interior de la esfera también es homogénea.

A: Entonces si el campo es adentro cero, afuera si hay cargas tendrían que estar normalmente distribuidas.

//

A: Si, ¿pero se acuerdan de una cosa?, ¿se acuerdan que por ejemplo si vos tenías un conductor, ehh todo bien cargado uniformemente o sea todo lindo, se acuerdan que este conductor no generaba un campo adentro, o sea… no generaba un campo adentro?

//

A: Claro, o sea, ponele vos hacías la cosa, la superficie gaussiana acá (ver Fig. 2)…

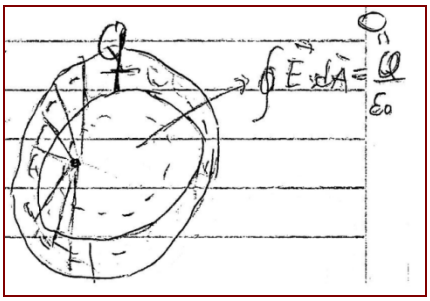


Fig. 2.

//

A: el conductor, y acá adentro ¿se acuerdan que por la cosa esta teníamos que E por dA?

//

A: *Gauss. Bueno, que por esto, como esto es igual a cero, o sea porque esta es la carga acá adentro entonces el campo tiene que ser cero.*

M: *¡¡Qué piola que está esa ley!! (risas)*

A: *¡Sí! Bueno, en este caso, si acá el campo está cero, tiene que ser cero, bueno entonces para este punto* (dibuja un punto descentrado en el interior de la cavidad, ver Fig. 3) *el efecto que le hacen todas estas cargas* (señala las que están más cerca, ver Fig. 3) *tendría que ser el mismo efecto que le hacen todas estas cargas* (señala las que están más lejos, ver Fig. 3)*, y eso se explicaba porque acá hay más cargas…*

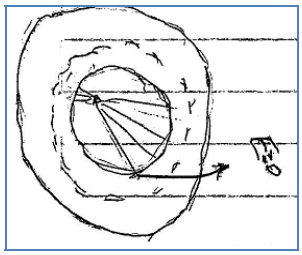


Fig. 3.

M: *Pero están más alejadas, sí las otras son, en parte, menos, pero están más cerca.*

A: *Claro, en ese caso* (hace referencia al problema que están intentando resolver), *da lo mismo que esté acá* (corrida del centro*) las cargas se tendrían que distribuir también normalmente.*

M: *Claro.*

E: *¿Cómo es eso? ¿Sería homogénea la distribución adentro?*

A: Sí, en la superficie de adentro yo creo que sí.

//

A: Porque ponele acá las cargas que tendrían que contrarrestar la carga de adentro. Ponele, acá las que van a tirar para este lado o las que van a hacer un campo o no sé que para este lado…

M: Sí, como una fuerza…

A: Claro, de una… Van a ser todas las que estén acá. Y las que lo hagan para el otro lado van a ser todas estas que son muchas más pero están mucho más lejos (Repite el mismo razonamiento que antes poniendo ahora una carga puntual en el lugar a donde había colocado previamente al punto, ver Fig. 3)*…*

M: pero están más lejos… Claro, pero la expresión… ¿cómo es la expresión de una fuerza? Es q por el E, pero ¿pero el E cómo era? Q, q, k y r al cuadrado.

A: Sí, eso es para una carga puntual, pero bueno, sí.

M: Claro, sí, muchos puntos…

A: Sí.

En este caso A está haciendo un cambio de enmarque, viene de *invocar a la autoridad* y como no logra convencerse recurre a un *mapeo físico* realizado a partir de un ejemplo visto en clase -al cual usaban para deducir geométricamente que en cualquier punto en el interior del cascarón el campo eléctrico era cero. A está tratando de negociar ambos marcos, es decir, ambos recursos epistémicos (invocar a la autoridad y mapeo físico) se encuentran activados *al mismo tiempo* y él está tratando de relacionarlos. A muestra una sofisticación epistémica incipiente.

Episodio 2: Surgen dos mapeos físicos diferentes con la misma finalidad.

- *Primer mapeo.* Al parecer todavía no se convencen de las respuestas que han dado hasta el momento. Por lo tanto continúan tratando resolver el problema. M hace referencia a otro ejemplo con la intención de compararlo con el problema en cuestión. En el ejemplo que recuerda M tenían un conductor cargado formado por dos esferas conductoras de distinto radio unidas por un alambre. En ese caso había diferentes densidades de carga en las esferas. M infiere entonces que en la esfera del problema que están resolviendo también podrían tener distintas densidades de carga en ambas paredes -interior y exterior.

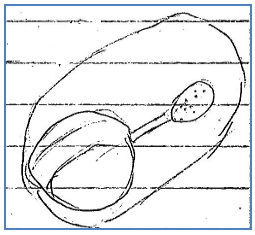


Fig. 4.

M: *…viendo en el teórico lo que pasaba cuando tenías dos conductores, uno más chico que el otro… por ejemplo así, unidos* (ver Fig. 4)*, sería como un conductor entero, porque están unidos por un conductor y las esferas tendrían diferentes densidades de carga, entonces acá* (esfera con carga descentrada) *tranquilamente puede pasar eso* (que las caras interna

y externa tengan diferentes densidades de carga), *digamos puede pasar… Ahora porque no… no sé. Como que estoy dudando mucho.*

- *Segundo mapeo.* Como al parecer perciben que aún no han resuelto el problema continúan con ello. Entonces A, menciona otro caso, de dos placas conductoras paralelas inicialmente unidas por dos alambres en sus extremos, y con una carga +Q entre ellas (ver Fig. 5). Luego decide cortar esos alambres y analizar qué es lo que pasa. En ambas placas dice que se inducen cargas –Q. La analogía que A de alguna manera está tratando de hacer es la siguiente: una de las placas sería la superficie interior de la esfera, los alambres serían el interior del conductor y la otra placa sería la superficie exterior de la esfera. Al decidir cortar los alambres pierde todo el interior del conductor. Lo cual no les ayuda demasiado. Este ejemplo de alguna manera apoya la idea de que las densidades de cargas pueden ser inhomogéneas dependiendo de la posición de la carga de prueba.

  A: *A ver… ponele… si tenés dos cosas así… si tenés la carga acá…* (Ver Fig. 5) *supongo que acá va a inducir más carga que acá. ¿O no?* (Coloca primero la carga puntual más cerca de una de las placas y dice, que en una placa se va a inducir más carga que en la otra por encontrase ésta más cerca de la carga puntual).

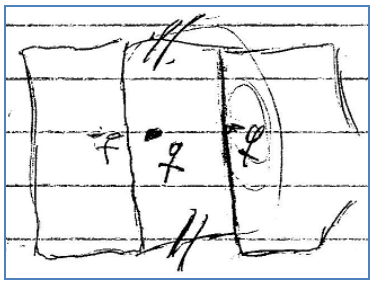


Fig. 5.

M: *¿Y ahora si le ponés un alambre acá?*

E: *¿Son dos placas conductoras?*

A: *Sí, claro, pero… ahhh claro, con el alambre sería… pero ponele que los cortáramos a los alambres, si pongo una carga q, no importa la distancia que esté de ambos lados* (placas paralelas) *aparecería la misma carga* (inducida)*… O sea… en principio se me ocurriría que acá* (en cada una de las placas) *sería una carga – q que no se cómo va a estar distribuida…*

M: *¿Superficial?*

A: *Si claro, y acá* (en ambas placas) *una carga – Q también despreciando… aunque quizás esté diciendo acá alguna burrada…*

E: *Pero ahí los tenés desconectados, es como si hubieras cortado la esfera en dos partes y las tenés separadas…*

A: *Sí, claro… pero igual es medio raro… como que hay mucha carga negativa y poca positiva... o no sé…* (risas).

M: *No porque este es como que en total la carga… digamos se distribuye de tal manera que la carga es… ¿cómo se llama? Digamos, el área por la densidad de carga… no,*

densidad no, no sé. Ah, bueno, por la densidad de área superficial te dé Q…

A: Mhm

M: Son como muchos diferenciales –Q, cosa de que por el área se te forme el área –Q y cuando agarre una superficie, que se yo, cúbica, ¿Cúbica? No, no puede ser… la gaussiana. La carga encerrada te da cero…

A: Si.

M: No sé.

A: Igual no me gusta ese ejemplo porque es como que… si te fijas hay más carga negativa que positiva…

S: Si.

A: Todo es –Q.

Este último *mapeo físico* cumple la misma función del que realizó previamente M (primer mapeo). Ambos sirven como contraposición a la idea de que exista una distribución homogénea en las dos caras de la esfera. Al parecer A tiene en conflicto su juicio, es decir, ya no está tan convencido de que la distribución sea homogénea adentro y afuera como mencionó anteriormente. Si bien estos dos mapeos no ayudan en la resolución de problema, constituyen una evidencia sobre la riqueza de los recursos epistémicos que poseen los estudiantes para esta tarea. Esta riqueza de recursos es una clara componente de experticia.

En el siguiente cuadro se muestran dos ejemplos que reflejan cómo se interpretaron los datos en función del marco teórico empleado.

Enmarque o recurso epistémico	Clase de argumento usado	Cita
Invocar la autoridad (A)	Citar al profesor de la materia.	*Porque creo que los conductores tenían que estar con una carga distribuida uniformemente.// Pero para que este uniformemente… o sea… creo que el porqué de eso era porque si había más cargas en un punto iba a haber como movimiento de cargas.*
Mapeo físico (A)	Explicación a partir de un diagrama. Gestos demostrativos. Razonamiento encadenado.	*Sí, pero se acuerdan de una cosa, se acuerdan que por ejemplo si vos tenías un conductor, ehh todo bien cargado uniformemente o sea todo lindo, se acuerdan que este conductor no generaba un campo adentro, o sea… no generaba un campo adentro?// Si! Bueno, en este caso, si acá el campo está cero, tiene que ser cero, bueno entonces para este punto el efecto que le hacen todas estas cargas (señala las que estar más cerca) tendría que ser el mismo efecto que le hacen todas estas cargas (señala las que están más lejos), y eso se explicaba porque acá hay más cargas…*

Tabla 2. Ejemplos de la forma de interpretación de los datos.

Consideraciones Finales

Los resultados presentados evidencian la existencia de una sofisticación epistémica incipiente, en particular, en dos de los estudiantes (M y A). La capacidad de recurrir a diferentes recursos epistémicos según la necesidad de ello es lo que denominamos flexibilidad epistémica, y que corresponde al grado más bajo de sofisticación epistémica. Como mencionamos antes, esto es una clara componente de experticia, la cual no va necesariamente de la mano con la obtención de un resultado correcto sino con la disponibilidad y la activación de diversos recursos epistémicos que resultan productivos para la actividad que se encuentran realizando (Elby y Hammer, 2001 y 2002).

Consideramos, coincidiendo con Coffey *et. al* (2011), que sería importante que el profesor de Ciencias tuviera más en cuenta la "sustancia" del pensamiento del estudiante más allá de la obtención del resultado correcto. La sustancia de ese pensamiento abarca, tal como lo mencionan Hutchinson y Hammer (2009), una evidencia de cómo los estudiantes usan el conocimiento, cómo elaboran explicaciones, cómo desarrollan conexiones entre los conceptos y el fenómeno natural, qué lenguaje eligen usar y cómo lo usan, etc. En general, no se tienen en cuenta todos estos aspectos (los cuales creemos que son fundamentales en el proceso de aprendizaje) sino el sólo hecho de que si las respuestas que dan son correctas o no lo son.

Esta es tan solo la primera entrevista, de un total de tres realizadas a los mismos estudiantes y con el mismo problema. Si bien pudimos detectar una sofisticación epistémica de grado bajo, en las entrevistas siguientes puede observarse que esa sofisticación cambia (podría decirse que de alguna manera "evoluciona"). En éstas aparece una negociación entre los recursos epistémicos usados, y cambios de enmarques. Esto constituye una muestra de que los estudiantes se estarían acercando cada vez más a la experticia. Tales resultados se mostrarán en publicaciones posteriores.

Referencias Bibliográficas

Bing, T & Redish, E. (2009). Analyzing solving using math in physics: Epistemological framing via warrants. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 5 (2), 020108.*

Bing, T & Redish, E. (2012). Epistemic complexity and the journeyman-expert transition. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research. 8 (1), 010105.*

Campanario, J. & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades en el aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), pp. 154-169*.

Coffey, J.; Hammer, D.; Levin, D. & Grant, T. (2011). The Missing Disciplinary Substance of Formative Assessment. *Journal of Research in Science Teaching. 48 (10), pp. 1109-1136*.

Coleoni, E. & Buteler, L. (2012). La flexibilidad epistémica en alumnos secundarios: su potencialidad para el aprendizaje de la física. *Memorias del SIEF XI*. Esquel, Argentina. Octubre. ISBN 978-987-1937-12-7. Pp. 233-244.

diSessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, *10 (2 y 3), pp. 105-225.*

Elby, A & Hammer, D. (2001). On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education. 85 (5), pp. 554-567.*

Elby, A. & Hammer, D. (2002). On the form of a personal epistemology. En Hofer, B. K. & Printrich, P. R. (Eds.) *Personal Epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing.* Pp. 169-190. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Guridi V. (1999). ¿Puede vincularse la comprensión conceptual en Física con el perfil epistemológico de un estudiante? *Tesis de Maestría en Epistemología y Metodología de la Ciencia*, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Hutchinson, P. & Hammer, D. (2009). Attending to student epistemological framing in a science classroom. *Science Education.* 94 (3), pp. 506-524.

McComas, W. (2000). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Redish, E. (2004). A theoretical framework for physics education research: Modeling student thinking. In Redish, E. &

Vicentini, M. (Eds.), *Proceedings of the Enrico Fermi Summer School, Course CLVI*. Bologna: Italian Physical Society.

Resnick, R.; Halliday, D. y Krane, K. (1993). *Física.* Vol. 2. Cuarta edición. México: Compañía Editorial Continental S. A.

Salinas, J.; Gil, D. & Cudmani, L. (1995). La elaboración de estrategias educativas acordes con un modo científico de tratar las cuestiones. *Memorias de la Novena Reunión Nacional de Educación en Física*, Salta, Argentina, pp. 336-348.

Sandoval, W.A. (2005). Understanding Students' Practical Epistemologies and their Influence on Learning Through Inquiry. *Science Education*, *89(4), pp. 634-656.*

Serway, R. (1997). *Física*. Tomo II. Cuarta edición. México: McGraw-Hill.

Staphoupoulou, Ch. & Vosniadou, S. (2007). Exploring the Relationship between Physics Related Epistemological Beliefs and Physics Understanding. *Journal of Educational Psychology. En: www.cs.phs.uoa.gr/en/staff/vosniadou.html.*

Wainmaier, C. (2003). Incomprensiones en el aprendizaje de la mecánica Clásica Básica. *Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias.* Fac. Cs. Exactas y Tecnología. Tucumán.

Wainmaier, C., Speltini, C. y Salinas, J. (2011). Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 10(1) pp. 133-152.*

Un Aporte para el Profesorado: La Importancia de la Medición en la Física y en su Enseñanza

Chade Vergara, Pablo Oscar

Departamento de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Chilecito.

pablochade@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo es un aporte para los profesores de Física y los alumnos de profesorado de Física, que serán los profesores del mañana, y trata sobre la importancia de las mediciones de las magnitudes que intervienen en cada fenómeno físico, introduciendo cuestiones metodológicas, didácticas, epistemológicas y de la historia de la Física.

Palabras Clave: Medición; Operacionalismo; Enseñanza de la Física; Didáctica de la Física.

Introducción

Para describir las leyes que gobiernan la Naturaleza, los científicos deben llevar a cabo mediciones de las magnitudes relacionadas con los fenómenos que estudian. Por ello, la Física suele ser denominada como la ciencia de la medición.

William Thomson más conocido como Lord Kelvin, recalcó la importancia de las mediciones en el estudio de las ciencias escribiendo: "*Cuando puedas medir aquello de lo que estás hablando y expresarlo en números, sabes algo de ello*" (Tipler, 1989).

Estas palabras ponen de manifiesto la gran importancia de las mediciones en el campo de la Física. Esta postura es compartida con la mayoría de los autores de libros de texto de nivel universitario como, por ejemplo, Raymond Serway: *"Como todas las ciencias, la Física parte de observaciones experimentales y mediciones cuantitativas"* (Serway y Jewett, 1998), o Alonso y Finn: *"Una observación científica por lo general está incompleta si no se expresa de manera cuantitativa, así que para obtener tal información debe hacerse la medición de una cantidad física"* (Alonso y Finn, 1995).

Nuestra hipótesis primaria es que introduciendo la medición en las clases de Física en todos los niveles educativos, mediante experiencias de laboratorio, lograremos que nuestros estudiantes obtengan un aprendizaje significativo ya que serán protagonistas principales del proceso, se los pondrá en contacto con los métodos de la Ciencia y se los colocará ante situaciones problemáticas que, en algún momento, han sido o son de su interés. De esta forma, se desarrollará en el alumno su creatividad y su espíritu crítico.

Metodología

La metodología empleada consiste en una investigación exploratoria acerca de la importancia de la medición en la Ciencia Física y en su enseñanza. Servirá entonces, para proporcionar a los profesores de Física conceptos y metodologías, introduciendo, además, cuestiones epistemológicas y de la historia de la Física que podrán ser transferidas al aula.

Marco Teórico

La importancia dada a las mediciones en la Ciencia Física llega a su coronación cuando Bridgman, en 1927, escribió que "*el concepto es sinónimo con el correspondiente conjunto de operaciones que sirven para medirlo*" (Bridgman, 1976). Nació de esta forma la corriente epistemológica denominada *Operacionalismo* y, aunque aparentemente la idea de Bridgman ya desempeñaba un papel central en el pensamiento de los científicos desde antes de 1920, no fue sino hasta 1927, con la publicación de su famoso libro, que se transformó en un programa explícito y en una postura filosófica definida dentro de la Ciencia. El Operacionalismo sostiene que: *"Un término teórico es legítimo sí y sólo sí es posible definirlo explícitamente, en forma contextual eliminable o de manera operacional a partir del sólo uso de términos empíricos"* (Bridgman, 1976).

Las ideas de Bridgman fueron influenciadas por científicos y filósofos de la talla de Mach o Poincaré, pero sobre todo por Einstein; de hecho, Bridgman señaló que él solamente estaba haciendo explícito lo que ya estaba implícito en los trabajos de los científicos mencionados. Pero la verdad es que estaba haciendo mucho más que eso; Bridgman estaba

desarrollando un nuevo sistema filosófico y metodológico, íntimamente relacionado con el empirismo, el positivismo lógico y el pragmatismo, aunque con ciertas facetas novedosas que permiten distinguirlo como una filosofía diferente.

Bridgman nos dice que hay que hacer lo que hizo Einstein (que Einstein haya hecho realmente tal cosa resulta discutible), esto es, reducir el significado de los conceptos científicos a una operación empírica o a un conjunto de operaciones. En palabras del propio Bridgman: *"¿Qué entendemos por la longitud de un objeto? Evidentemente, sólo sabemos lo que entendemos por longitud si podemos precisar cuál es la longitud de un objeto cualquiera; y para el físico esto es todo lo que se requiere… El concepto de longitud se establece, por ende, cuando se determinan las operaciones mediante las cuales la longitud es medida. Esto es, el concepto de longitud no implica otra cosa que el conjunto de operaciones por las cuales está determinada"* (Bridgman, 1976).

Como hemos mencionado, Bridgman propone su Operacionalismo basado, según él, en un análisis de cierto aporte que Einstein habría realizado en 1905, aunque éste en ningún momento enfatizó o inclusive concientizó este concepto. No nos estamos refiriendo al contenido de su famosa Teoría Especial de la Relatividad, sino a la significación epistemológica y filosófica de la forma de construcción de los nuevos conceptos de longitud, tiempo y simultaneidad. Según algunos filósofos, Bridgman confunde lo que Einstein y todos sus comentaristas posteriores, quisieron expresar. Estos focalizaron su atención, principalmente en el proceso fáctico de la medición de los nuevos conceptos y no en el significado epistémico de lo novedoso del proceso para construirlos. Cuando Bridgman, para facilitar la explicación, a manera de ejemplo, traslada su propuesta al análisis de las formas cotidianas de medir la longitud, confunde

de manera radical a estos filósofos que, de esta manera, se convierten en sus más acérrimos críticos, ya que el autor sólo describe, de manera sincrónica y aparentemente ingenua, las operaciones finales del proceso de medición.

Resumiendo: según el Operacionalismo los conceptos resultan sinónimos de las operaciones correspondientes de las que derivan. Consecuentemente, las únicas proposiciones que están definidas dentro del universo de discurso de la Ciencia Natural son las que tienen significación operacional o sea, aquellas susceptibles de contrastación. Automáticamente, todo otro concepto, se diga falso o verdadero, necesario o trascendente, se excluye. No se niega: simplemente no queda definido.

Por ejemplo, en Física, la noción de espacio y tiempo absolutos introducida por Newton o la del éter introducida por Faraday, Maxwell, Hertz y otros, por la preconcepción causalista que impedía dar cuenta sin ella de los fenómenos electrodinámicos de acción a distancia, era de hecho imposible tanto de refutarse como de verificarse, pues por definición, no había operación realizable alguna que permitiera observarlo. El concepto fue abandonado y el problema de la acción a distancia, en el caso del éter, dejó de serlo.

El Operacionalismo es la pretensión de que el significado de un concepto sea definido por un conjunto de operaciones:

- El significado operacional de un término (palabra o símbolo) está dado por una regla semántica que relaciona el término con algún proceso concreto, objeto y/o evento o con una clase de tales procesos, objetos y/o eventos.

- Las oraciones formuladas mediante la combinación en proposiciones de términos definidos operacionalmente, son operacionalmente significativas cuando las aseveraciones resultan contrastables por medio de operaciones susceptibles de ejecución. De esta manera, con reglas operacionales, los términos tienen una significación semántica y las proposiciones una significación empírica.

Aunque el Operacionalismo y las definiciones que de él se desprenden, denominadas operacionales, fueron rápidamente criticadas por importantes filósofos como Russell y Lindsay, lo expuesto da una idea de la tremenda importancia que esta corriente da a la medición.

Sabemos bien que medir es la operación que consiste en comparar una magnitud con una cantidad fija de la misma magnitud, cantidad que se toma como unidad. Medir, es, entonces, básicamente, comparar. Podemos definir operativamente la medición como la técnica que se utiliza para determinar el valor numérico de una propiedad física comparándola con una cantidad patrón que se ha adoptado como unidad. Es decir, medir implica realizar un experimento de cuantificación, normalmente con un instrumento especial como un reloj, una balanza, un termómetro, etc. Cuando se consigue que la cuantificación sea objetiva, es decir, que no dependa del observador y todos coincidan en la medida, se llama magnitud física (tiempos, longitudes, masas, temperaturas, aceleraciones, energías).

Para poder medir es necesario observar las entidades a medir. Pero, ¿cuál es el límite entre los observable y lo no observable? Supongamos que usted puede ver un objeto

pequeño. Pero en un afán detallista utiliza una lupa para ver mejor los detalles que escapan a sus ojos. Se puede argüir que lo que se está viendo, en realidad, es una imagen ampliada del objeto y no el objeto en sí. No obstante, también podemos afirmar que el cristalino del ojo funciona como una lupa y, entonces, caemos en el peligroso riesgo de concluir que nada es observable. Pero también podemos aceptar que la imagen ampliada es algo observable, ya que, en definitiva, nos está diciendo cómo es el objeto a través de un instrumento comparable al cristalino de nuestros ojos. Así podríamos utilizar instrumentos cada vez más sofisticados (microscopios electrónicos, cámaras de niebla, etc) y concluir que, prácticamente, todo es observable (Boido y otros, 1996).

Rudolf Carnap planteó convencionalmente el límite entre lo observable y lo no observable, definiendo a lo observable como aquello que puede ser detectado en forma directa mediante los sentidos, como los objetos ordinarios y sus propiedades. Asimismo entran en esta clasificación las magnitudes que son medibles mediante procedimientos sencillos y directos. Resulta obvio que este límite puede depender del contexto de la observación.

Por lo expuesto, la técnica de medición deberá ser diseñada de modo que la perturbación de la cantidad medida sea menor que el error experimental. Esto es casi siempre posible cuando medimos magnitudes macroscópicas, o sea, en cuerpos compuestos por un gran número de moléculas o de materia. En estos casos, se deberá usar un dispositivo de medición que produzca una perturbación menor, en varios órdenes de magnitud, que la cantidad por medir. En otros casos, es posible estimar la cantidad de perturbación y corregir el valor medido.

Pero cuando medimos propiedades microscópicas o atómicas, como por ejemplo, el movimiento de un electrón, la

situación es muy diferente y se complica bastante. Nótese que, en este caso, no podemos medir con un dispositivo que produzca una interacción menor que la magnitud que se va a medir, sencillamente porque no disponemos de uno tan pequeño. La perturbación que introduce el dispositivo de medición es, al menos, del mismo orden de magnitud que el valor numérico de la magnitud por medir y puede que no sea posible estimarla o tomarla en cuenta.

Siguiendo la idea del Operacionalismo, en Física es importante, hasta casi indispensable, que las definiciones de las cantidades físicas estén operacionalizadas, esto es, que la definición debe indicar, explícita o implícitamente, cómo medir la magnitud. Esta operación puede ser directa o efectuarse midiendo otras magnitudes con las que está relacionada. Por ejemplo, si definimos a la velocidad como la rapidez con la que un cuerpo cambia su posición, esta no es una definición operacional. Pero si definimos a la velocidad como el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado para recorrerla, sí lo es, ya que esta definición implica medir una distancia y un tiempo y dividirlos con el fin de calcular la velocidad.

En definitiva, en Física trabajamos con medidas, pero los resultados de las medidas rara vez se corresponden con los valores reales de las magnitudes a medir. Casi siempre, en mayor o menor extensión, están afectados de error. Este límite en la precisión de una medida cualquiera depende del dispositivo utilizado para medir, de la habilidad del experimentador o incluso a las propias características del proceso de medida.

Sin entrar en detalles sobre la Teoría de Errores, podemos afirmar que la determinación de la precisión de una medida es tan importante como la medida misma y cada experimentador debería dar el resultado de su medida y una

estimación de su precisión. Matemáticamente esto puede expresarse como:

$$x = v_m \pm e$$

donde *x* es el resultado de la medición efectuada, v_m es la cantidad medida y *e* es la incertidumbre, la incerteza o el error cometido en el proceso de medición. Esta expresión nos está indicando que el valor de la magnitud medida v_m se encuentra en el intervalo de números reales comprendido entre $v_m - e$ y $v_m + e$.

Cabe acotar acá que la incerteza es intrínseca a la medida; puede ser disminuida pero nunca anulada y que para efectuar una medición es necesario elegir una unidad para cada magnitud. Es muy importante, aunque no imprescindible, que las unidades sean universales en el sentido de que su valor sea independiente de la posible variación de otras magnitudes externas. Cuanto más universales son las unidades, más sencillas son las relaciones entre ellas en los modelos matemáticos que describen el comportamiento observado de la Naturaleza, las llamadas *Leyes de la Física*.

Demostrada la importancia de la medición en la Física, podemos plantearnos ahora acerca de la importancia de la medición en la Enseñanza de la Física.

Es de destacar que en los últimos años y debido a los profundos y rápidos cambios que se están produciendo en la forma de pensar y actuar del hombre en las diferentes latitudes del planeta, numerosos didactas y pedagogos han centrado su atención en la búsqueda e implementación de tendencias de enseñanzas cada vez más eficientes. Se ha empezado a tener en cuenta, que la construcción de conocimientos científicos tiene notable valor y es preciso, plantean, prestarle una atención

explícita (Gil, Carrascosa, Furió, Martínez Torregrosa, 1991; González, 1992; Gil, 1994; Hodson, 1994; Lillo, 1994).

La propuesta de una actividad práctica por vía de la actividad científico- investigativa en la enseñanza de la Física, como la realización de experimentos en laboratorio que incluyen, necesariamente, mediciones, adquiere significado por producir un efecto motivador en la enseñanza de los métodos de la Ciencia. Estos experimentos hacen que los alumnos participen en investigaciones personales con un nivel adecuado a su conocimiento, de modo que ante el problema planteado, el alumno quede "atrapado" y se implique de este modo en la adquisición del conocimiento.

Para enseñar a los estudiantes a aprender Física, es necesario enseñar desde los métodos y procedimientos que utiliza la Ciencia en su labor investigativa, de modo que el objetivo fundamental de la educación sea *"transmitirle a las nuevas generaciones la experiencia histórico social acumulada, los componentes espirituales de la cultura de la sociedad, entiéndase: conocimientos, experiencia en la realización de acciones, actitudes y normas de relación hacia el medio y las personas"* (Danilov, 1980), y además que "*la aproximación del aprendizaje de las ciencias como actividad científico investigativa, al menos en lo que se refiere a algunos elementos esenciales, aparece en nuestros días como una de las tendencias innovadoras más prometedoras para encarar la doble problemática: las dificultades en la enseñanza, y la necesidad de relacionar a los estudiantes con métodos y formas de trabajo actualmente utilizados en la actividad científica*" (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999).

Esta orientación ayudará a los estudiantes a jugar una papel más participativo en la re-construcción de los conocimientos que se le transmiten ya elaborados por parte del

profesor (ciencia enseñada–ciencia aprendida), posibilitando la introducción de nexos entre la teoría y la práctica y desarrollando, en definitiva, un acercamiento a los métodos de la investigación científica permitiendo un pensamiento abundante en teoría con su correspondiente aplicación a lo empírico, que sea flexible y reflexivo.

El papel sociocultural que encierra la actividad científica, no puede quedar al margen de las realidades de la enseñanza científica en los sistemas educativos, ya que, estos sistemas, en cumplimiento de su función rectora, deben transmitirle a las nuevas generaciones una imagen actualizada de la ciencia y de la tecnología como procesos sociales. Como expresan Valdés Castro y Valdés Castro: "*la actividad científica, ha empezado a facilitar la comprensión de que la actividad científica es, ante todo, una actividad sociocultural, grandemente influenciada por factores económicos, sociales e ideológicos, y que por tanto, junto a los conocimientos y habilidades, igualmente forman parte de ella"* (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999).

La mayoría, por no decir todos, los autores coinciden en que los trabajos prácticos de laboratorio son herramientas útiles para el aprendizaje significativo. Y esto es así, porque su introducción en la enseñanza de la Física permite que los estudiantes desarrollar habilidades prácticas a la vez que estimula la formación de conceptos con una base científica y "*el empleo de procedimientos y métodos activos, destinados a la reformulación, la reconstrucción, el cambio del sistema conceptual y metodológico de esos conceptos y habilidades, así como, la formación de actitudes y valores"* (Núñez, (1999).

El hecho de que las prácticas de laboratorio pueden conformar situaciones conducentes a contradicciones en el conocimiento de los estudiantes (obstáculos epistemológicos),

permite producir un cambio en los niveles de partida del aprendizaje (ruptura epistemológica). Las contradicciones son la fuente del desarrollo y deben ser explotadas en todo proceso de la Ciencia. Esto favorece la búsqueda de soluciones por parte de los alumnos y los vincula con un contenido que responde a los problemas de la Ciencia y además favorece la comprensión de su entorno, no solamente para que lo conozca sino para que también sepa hacer.

Por otra parte debemos tener en cuenta que uno de los propósitos fundamentales de la enseñanza científico-investigativa es acercar a los estudiantes a los métodos de la Ciencia, Por ello es importante no sólo que el resultado de la investigación sea verdadero, sino también que para la elección de vía escogida para llegar a él y para cumplir este principio metodológico, haya que adentrarse en los métodos de la Ciencia y, en ellos, encontrar la información y completar los conocimientos, desarrollar la búsqueda científica de forma creadora, saber analizar y sintetizar los hechos, etc. En este aspecto, volvemos a insistir con la importancia de la Historia de la Ciencia ya que, al encontrar en los mismos problemas que se plantean en el experimento los problemas que se plantearon en la Ciencia desde su historia y conocer cómo fueron resueltos, puede llegar a constituir una vía fundamental para introducir nuevos conceptos a partir del interés que despierten en los estudiantes.

Respecto al método científico a seguir por los alumnos, los autores anteriormente citados (Valdés Castro y Valdés Castro, 1999), proponen el siguiente:

a) Diagnóstico inicial de los conocimientos y habilidades de los estudiantes para enfrentar la actividad práctica.

b) Formulación de hipótesis o preguntas científicas a partir de un sistema de situaciones problemáticas.

c) Diseño de los procedimientos para el montaje y realización de los experimentos.

d) Procesamiento de los resultados del experimento y búsqueda de regularidades.

e) Interpretación de los resultados experimentales vinculados con las hipótesis o preguntas científicas planteadas.

f) Vinculación práctica social.

Estos pasos fundamentales abordados del método experimental constituyen una unidad dialéctica y contienen dificultades cognitivas, las cuales pueden ser solucionadas por los alumnos de manera independiente, consciente y creadora. La aplicación del método experimental ha de verse como una forma superior de la actividad experimental que constituye el soporte experimental para desarrollar la actividad científico-investigativa.

Por último, enumeraremos algunas características fundamentales de lo expuesto, para no caer en reduccionismos ni facilismos que, generalmente se producen al abordar este tema:

- Se parte de la propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como construcción del conocimiento respondiendo a una investigación dirigida en dominios perfectamente conocidos por el profesor.
- *"No se trata de engañar a los estudiantes haciéndoles creer que el conocimiento se construye con la aparente facilidad con que ellos lo adquieren, sino de colocarlos en una situación por la que los científicos habitualmente lo hacen en busca de la solución de los problemas o del nuevo conocimiento y acercarlos así con lo que es el trabajo de la ciencia"* (Hodson, 1985).

- El trabajo, además de lo experimental, debe integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales. Por ejemplo, trabajo en grupo, nivel de participación, creatividad, carácter social de la actividad científica, etc.
- El sistema de actividades debe ser capaz de estimular y orientar adecuadamente a los alumnos, por lo que debe poseer algunas condiciones, entre ellas:
    - *"Concebir el sistema de actividades como respuesta a determinadas preguntas, a una problemática de interés cuyo estudio se va a realizar"* (Gil Pérez y Valdés Castro, 1996).
    - Poseer una sólida lógica interna, significado lógico en el que cada nueva tarea se relacione estrechamente con las anteriores, que constituya una ampliación o profundización del estudio que se está realizando.
    - Tener un nivel de dificultad adecuado, correspondiente a la zona de desarrollo próximo de los estudiantes, y tomar en cuenta la experiencia que ellos poseen (sus conocimientos previos, habilidades, intereses, etc.).
    - *"Ser formuladas en contextos actualizados, que sean significativas, de interés para los estudiantes, que posea sentido"* (Leontiev, 1981).
    - *"Debe ser un sistema abierto a posibles ajustes y modificaciones en dependencia de la marcha del proceso de enseñanza aprendizaje y de los resultados obtenidos"* (Gil Pérez y Valdés Castro, 1996).

- *"Favorecer un elevado nivel de generalización de los contenidos e independencia intelectual de los estudiantes durante la realización de las actividades"* (Rubinstein, 1966).

Conclusiones

La medición, introducida en las experiencias de laboratorio, coloca al alumno en contacto con los métodos de la Ciencia y facilita el hecho de que sea protagonista de su propio aprendizaje de modo que éste se construya de forma significativa, estableciendo mecanismos para que el alumno supere sus obstáculos epistemológicos iniciales.

A su vez, este tipo de prácticas contribuye a la socialización de los aspectos y esquemas que poseen los estudiantes, logrando que pierdan el temor por el estudio de la Ciencia ya que se los coloca ante situaciones que, en determinado momento, han sido o son de su interés. De esta forma, se logran altos niveles de motivación, dado que se facilitan situaciones interesantes con su entorno, lo que demuestra la aplicación útil del estudio de la Ciencia.

Podemos agregar, además, que se desarrolla en el alumno un mayor interés por la búsqueda libre y creativa, un grupo de capacidades y habilidades, un espíritu crítico, a la vez que garantiza al docente el actuar como coordinador y facilitador del aprendizaje, realizando tareas decisivas que ayudan a que el alumno pueda comprender mejor la importancia de la Ciencia.

Bibliografía

Alonso, M. y E. Finn (1995). *Física.* California: Editorial Addison-Wesley Iberoamericana.

Boido, G.; Flichman, E. y J. Yagüe. (1996). *Pensamiento Científico, Vol 1*. Argentina: CONICET, M.C.E.N.

Bridgman, P. (1976). *La lógica de la física moderna.* Buenos Aires: Ateneo.

Danilov, M. (1980). *Didáctica de la Escuela Media.* La Habana: Editorial P y Educación.

Gil Pérez D. y P. Valdés Castro (1996). La Orientación de las Prácticas de Laboratorio como Investigación: Un Ejemplo Ilustrativo. Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 14. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Gil, D. (1994). Relaciones entre el Conocimiento Escolar y el Conocimiento Científico. Investigación en la Escuela. *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 23.* Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y J. Martínez Torregrosa. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria.* Barcelona: ICE, Universitat Autónoma de Barcelona.

González, E. (1992). ¿Qué hay que Renovar en los Trabajos Prácticos? *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol 12*. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Hodson, D (1985). Philosohy of Science and Science Education. *Magazine Studies in Science Education, Vol. 12*. Princeton: Princeton University Press.

Hodson, D. (1994). Hacia un Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. *Revista de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 12*. Barcelona: Universitat Autónoma de Barcelona.

Leontiev, A. (1981). *Actividad, Conciencia y Personalidad.* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Lillo, J. (1994). Los Trabajos Prácticos de Ciencias Naturales como Actividad Reflexiva, Crítica y Creativa. *Revista Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Vol. 22*. Valencia: Universidad de Valencia.

Núñez, V. (1999). *Pedagogía Social: cartas para navegar en el nuevo milenio.* Argentina: Editorial Santillana.

Rubinstein, J. (1996). *El Proceso del Pensamiento.* La Habana: Editorial Universitaria.

Serway, R. y J. Jewett (1998). *Física para Ciencias e Ingeniería, Vol. I*. Colombia: Editorial Mac Graw-Hill.

Tipler, P. (1989). *Física Preuniversitaria Volumen 1*. España: Editorial Reverté.

Valdés Castro, P. y R. Valdés Castro (1999). Características del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Física en las Condiciones Contemporáneas, *Revista de Historia y Epistemología de las Ciencias.* Cuba: Editorial Educación Cubana.

Un Estudio sobre Libros de Física en el Contexto del Ciclo Inicial de Carreras de Grado en la Universidad Nacional del Litoral

Giorgi, Silvia[1]; Cámara, Cristina[1,2]; Carreri, Ricardo[1] y Bonazzola, Maximiliano[1]

1: Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral

2: Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral

sgiorgi@fiq.unl.edu.ar

Resumen

Se presenta un estudio sobre libros de texto (LT), en particular del área de Mecánica Básica, referenciados en los programas analíticos (PA) de cursos de Física que se dictan en las diversas carreras que se imparten en las distintas unidades académicas de la Universidad Nacional del Litoral. Se consideró, por un lado, el nivel matemático utilizado en los desarrollos de contenidos en los LT, y por otro, los conocimientos de Matemática que poseen los estudiantes al tomar dichos cursos y el tiempo dedicado al desarrollo de temas de Mecánica en los mismos. Se encontró que los PA de la asignatura Física de

algunas carreras referencian LT con un nivel de tratamiento matemático sobre los contenidos, no acorde al tiempo dedicado al desarrollo de los temas de Mecánica. Se infieren cuestionamientos acerca del logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes y de la promoción de una actitud favorable hacia el estudio mediante LT en los mismos.

Palabras Clave: Libros de Texto; Física Mecánica; Ciclo Básico; Conocimientos de Matemática

1. Introducción

Este trabajo se enmarca en un proyecto de investigación subsidiado por la Universidad Nacional del Litoral (UNL) que plantea un estudio descriptivo del tratamiento que realizan diversos autores de los libros de Física, empleados en la enseñanza en el Ciclo Básico (CB) de las carreras de grado que se cursan en dicha universidad, de temas relacionados con la Mecánica Básica: dinámica y energía de la partícula y de sistemas de partículas, y aplicaciones de dichos temas como lo son el estudio de movimientos oscilatorios, del fenómeno de choque y de ondas mecánicas.

Se planteó investigar si el tratamiento que se presenta de dichos temas promueve en los estudiantes el aprendizaje significativo de los conceptos involucrados y de sus relaciones. Para ello se propuso indagar en libros de Física, por un lado, la coherencia conceptual del texto en el tratamiento de contenidos teóricos, y por otro, la compatibilidad del desarrollo de los problemas resueltos presentados con los modelos actuales de resolución de problemas derivados de la investigación educativa.

En este trabajo, se presentan resultados preliminares obtenidos mediante un relevamiento y análisis de los libros de Física que fueron referenciados en los Programas Analíticos (PA) de Física, aprobados por los CD de las Facultades donde se dictan cursos sobre dicha disciplina en la UNL. Dichos PA prescriben el desarrollo de temas de Mecánica de interés a las carreras dictadas. El análisis que se presenta se centró, por un lado, en el tiempo destinado al desarrollo de contenidos de Mecánica durante el cursado y en los conocimientos básicos de la disciplina Matemática requeridos para el abordaje de dichos contenidos y, por otro, en el nivel matemático con el que se desarrollan los temas en los LT recomendados.

A partir de optimizar recursos y complementar los esfuerzos para la enseñanza de las disciplinas afines, la UNL creó un Comité Académico que tiene por función el asesoramiento, el diseño y la implementación del Programa de Física-Ciclo Inicial, en el marco del Programa "Cursos de Acción para la Integración Curricular" –CapIC- cuyo propósito es mejorar la calidad de la enseñanza de la Física en el conjunto de las carreras de la UNL, a partir de la identificación de componentes comunes y de las necesidades de cada Unidad Académica (UA) y la lógica disciplinar y profesional propia de cada carrera (Res CS UNL N°: 328 y 592/2010).

En el marco de las actividades desarrolladas en CapIC se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los PA de las asignaturas que desarrollan contenidos de Física en los CB de las carreras que se cursan en las Facultades de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Ingeniería en Ciencias Hídricas, Humanidades y Ciencias, Ingeniería Química, Ciencias Veterinarias y Ciencias Agrarias, y en las Escuelas Universitaria del Alimento y de Análisis de Alimentos, a fin de determinar el grado de compatibilidad que presentan entre sí en cuanto a

contenidos curriculares comunes, carga horaria y bibliografía, con el propósito de identificar las asignaturas posibles de homologar entre las mencionadas UA a los fines de favorecer la circulación de alumnos entre carreras, UA, y/o el reconocimiento de trayectos curriculares comunes.

A partir del análisis realizado por los integrantes del Comité de representantes de las distintas UA[22], se detectaron dos situaciones bien diferenciadas en la UNL, por un lado, aquellas carreras en las que los contenidos de Física se desarrollan en uno o más cursos que suman de 90 a 150 horas, y por otro, carreras que contemplan el dictado de dos cursos de Física que suman entre 225 a 240 horas. Otra diferencia encontrada consistió en que algunos cursos están diseñados u organizados de modo que demandan en los estudiantes conocimientos matemáticos previos específicos tales como los de cálculo diferencial e integral al menos en una variable, otros cursos se implementan con conocimientos previos en matemática limitados que no involucran el cálculo diferencial e integral.

A pesar de las diferencias en carga horaria y en los conocimientos previos de matemática con los que cuentan los estudiantes para tomar dichos cursos en las diferentes carreras, se encontró que la bibliografía referenciada en los PA, en el campo de la Mecánica, no resultó, en algunos casos acorde, ni con las horas dedicadas al desarrollo de los temas de Mecánica mencionados, ni con los conocimientos previos de Matemática de los estudiantes. Este hecho, motivó en los docentes investigadores, la inquietud por profundizar la indagación en esta problemática.

[22] Cabe señalar que la única UA que no estuvo representada fue la Facultad de Ciencias Veterinarias

2. Marco Teórico y Objetivos

Los libros de texto (LT) de ciencias resultan imprescindibles en educación y por lo tanto los docentes comprometidos con su labor deberían hacer una adecuada selección para orientar y favorecer en los estudiantes los procesos de aprendizaje. Hay cuestiones que en ocasiones superan la tarea docente y es la que refiere a la elaboración de los LT, sin embargo, es posible salvar dicha problemática analizando y escogiendo aquellos que reúnan las condiciones que requieran los diseños curriculares como también el contexto. Se sostiene que para lograr ese objetivo resulta necesario un trabajo de investigación sistemático de las características de los LT de Física desde el punto de vista didáctico.

La compleja trama de factores políticos, sociales, económicos, históricos y culturales de las dos últimas décadas repercutieron en la calidad de la educación argentina y agudizaron dos problemas fundamentales para el desarrollo estratégico del país: la disminución de las vocaciones científico-tecnológicas en los jóvenes y la deserción universitaria.

Según el Art. 8 de la Ley Educación Nacional Nº: 26.206 (MEN, 2006), las principales acciones para mejorar la calidad Educación Superior apuntan al cumplimiento del rol del estudiante universitario en la sociedad. El alumno es el verdadero centro del sistema, el destinatario de la comunicación, toda la organización y orientación de la enseñanza se lleva a cabo en función del desarrollo deseado en él, todos los demás elementos son instrumentos y medios que se subordinan a contribuir positivamente a dicha producción.

El diagnóstico realizado por el entonces denominado Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (MECyT, 2003) reconocía que uno de los principales problemas

que enfrentaban las universidades argentinas era la deserción, o abandono de los estudios universitarios.

Al respecto, cabe mencionar que además de la deserción se observa el fenómeno de desgranamiento, esto es, el retraso de los alumnos en el avance académico determinado fundamentalmente por la dificultad de aprobar materias o instancias correlativas, en el tiempo previsto por un plan de estudios. El desgranamiento puede ser causal o no de deserción, puede ser leve o profundo, pero en cualquiera de estos casos constituye en sí mismo un posicionamiento diferente del estudiante con respecto a quienes siguen el ritmo esperado, por cuanto modifica los lazos afectivos con los pares que avanzan en los plazos establecidos. El estudiante se convierte en alumno recursante o repitente con el consecuente cambio de compañeros, pudiendo sentir un estado de frustración y abandonar definitivamente la carrera (Antoni, 2003).

A pesar de que continúa siendo bajo el porcentaje de estudiantes universitarios que elige carreras de raíz científico-tecnológica, las sociedades latinoamericanas ven en la educación la principal herramienta de modernización económica, política y social; el mercado laboral vuelve a interesarse en dichas carreras, postergadas durante la década del 90.

El problema de la deserción está relacionado con múltiples factores, entre ellos, los perfiles socio-culturales de los alumnos (historia personal, condición de vida y posibilidad –pasada y presente– de acceder a bienes culturales), la formación de los recursos humanos responsables de enseñar, las dificultades asociadas al aprendizaje de determinados contenidos científico-tecnológicos y las estrategias didácticas desarrolladas, en un contexto social e institucional en permanente transformación con incidencia en los distintos niveles de decisión.

Formando parte de las estrategias didácticas se pueden mencionar a los materiales de estudio que se recomiendan a los estudiantes como apoyo para el cursado y promoción de los contenidos de las distintas asignaturas en el nivel universitario. Por ello, resulta inevitable que entre dichos materiales se encuentren los LT, los cuales constituyen no sólo una herramienta, sino una pieza fundamental en la instrucción.

Con relación a los materiales educativos, es de destacar que en la actualidad existe una gran cantidad de material disponible en la red, sin embargo, la calidad de los mismos no siempre está garantizada. Existe una diferencia crucial, que no es motivo de análisis en el presente trabajo, entre los LT y los contenidos de las páginas y sitios de Internet. Mientras que los primeros han cumplido ciertas normas de calidad antes de comercializarse, los segundos no reciben ningún tipo de monitoreo antes de formar parte de la World Wide Web (Bouciguez y Santos, 2010). El LT sigue siendo aún uno de los referentes más sólidos para aprender, considerándoselo una herramienta poderosa de uso generalizado en las clases de ciencias (Otero, 1990).

Por otro lado, se sostiene que tener en cuenta el tiempo asignado para abordar los contenidos de Mecánica Básica y las "competencias matemáticas" de los estudiantes, resulta decisivo en la selección de los materiales de apoyo que se proponen, si se busca diseñar una planificación de desarrollo de contenidos armónica y fundamentada. El nivel del tratamiento de las cuestiones teóricas, del análisis conceptual y de la formulación matemática de las relaciones y leyes de la Física depende fuertemente del tiempo dedicado durante el cursado y de los conocimientos matemáticos que manejan los estudiantes.

En su valioso trabajo de investigación, Solaz-Portolés y Moreno-Cabo (2008) parten de la premisa de que el aprendizaje

que se produce en la lectura de un texto depende tanto de su naturaleza (características o variables textuales), como del conocimiento previo y las estrategias del sujeto lector. Según Ausubel (1991) el aprendizaje significativo ocurre cuando el que aprende integra los nuevos conceptos en un cuerpo organizado de ideas y concepciones previas. Tener en cuenta el nivel matemático para el desarrollo de contenidos de Mecánica al recomendar un LT resulta fundamental si se busca que los alumnos construyan su conocimiento.

La estructuración de verdaderos ambientes de aprendizaje con el uso de materiales adecuados requiere de marcos referenciales sustentados desde los campos disciplinar y de la didáctica en permanente retro-alimentación, de manera de fomentar las competencias profesionales deseadas en nuestros alumnos. Dichas competencias profesionales, se entienden como la capacidad efectiva para realizar una tarea determinada y que implica poner en acción, en forma armónica, diversos conocimientos, habilidades, actitudes y valores que guían la toma de decisiones y la acción (6x4UEALC, 2005).

La posibilidad de contar con resultados derivados de la investigación educativa a partir del análisis crítico de los LT de Física que se usan mayoritariamente en las carreras de grado de la UNL, aportaría a soslayar parte de las probables causas del fracaso estudiantil relacionadas con las dificultades asociadas al aprendizaje de determinados contenidos de Física, propiciando la formación de futuros profesionales con sentido crítico desde los inicios de las carreras que cursan.

En este trabajo se llevó a cabo una investigación que busca conocer características de una muestra intencional de LT. Se seleccionaron los libros de Mecánica de nivel universitario básico teniendo en cuenta los que se recomiendan en los PA de cursos de Física que se dictan en el CB de las carreras de las

distintas UA dependientes de la UNL. Se plantearon los siguientes objetivos:

- Realizar un relevamiento de los LT que figuran como materiales de estudio en la bibliografía recomendada en los PA de los cursos de Física en los que se desarrollan contenidos de Mecánica.
- Caracterizar y clasificar los LT según el nivel de tratamiento matemático que involucra el desarrollo de los temas de interés.
- Analizar si las horas dedicadas al desarrollo de contenidos de Mecánica que contemplan dichos cursos y los conocimientos matemáticos previos de los estudiantes, son acordes al nivel matemático con el que se desarrollan los temas en dichos LT.

A continuación se presenta la metodología empleada para cumplir con los objetivos, luego los resultados y su análisis. Se finaliza exponiendo las conclusiones que se derivan del presente estudio.

3. Metodología

En esta presentación se contemplan las respuestas a algunas de las preguntas de investigación relacionadas con los objetivos del Proyecto mencionado: ¿Cuáles son las carreras de la UNL en las que se dicta Mecánica? ¿Cuáles son los conocimientos básicos de Matemática en los estudiantes para cursar Mecánica? ¿Qué LT de Mecánica se recomiendan en los PA de las carreras de la UNL que contemplan en el CB cursos de Física de hasta 150 horas totales? ¿Qué LT se recomiendan en

los PA de cursos de Física de 225 a 240 hs horas totales? ¿Cuál es el nivel matemático del tratamiento de temas de Mecánica en dichos LT? ¿Cuántas horas de cursado se dedican al desarrollo de contenidos de Mecánica en los cursos de cada carrera?

La metodología que se considera más adecuada para lograr los propósitos de este estudio se encuadra en el paradigma de la investigación cualitativa. Se llevó a cabo un estudio de casos (Samaja, 1994).

Se tuvieron en cuenta los conocimientos mínimos de matemática en los estudiantes para cursar la asignatura del CB en la que se desarrolla la Mecánica en cada carrera que se cursa en las UA de la UNL adoptándose el criterio usado por el Comité del CapIC: *"Con conocimientos básicos de matemática que incluyen integrales en una variable"* y *"Con conocimientos básicos de matemática que no incluyen integrales en una variable"*.

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de contenido de los LT (Bardin, 1996). Se indagó acerca del nivel matemático con el que se desarrollan los temas de Mecánica de interés en los libros recomendados clasificándoselos en LT *"Sin cálculo"* (SC) y *"Con cálculo"* (CC) cuando los temas se desarrollan sin, y con, uso de cálculo diferencial e integral, respectivamente.

4. Resultados y Análisis

Como se mencionó, en el marco de las actividades desarrolladas en el CapIC se encontraron algunas carreras en las que los contenidos de Física se desarrollan en uno o más cursos que suman en total de 75 a 150 horas y otras que contemplan el dictado de dos cursos de Física que suman de 225 a 240 horas.

Por otro lado, a partir de los cronogramas presentados por los representantes de cada UA del CapIC, se analizaron las actividades planificadas para abordar cada uno de los temas que contemplan los PA respectivos. Es así que se contabilizaron las horas dedicadas a teoría, resolución de problemas y desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio correspondientes a cada unidad temática.

En la Tabla 1 se presentan las distintas UA de la UNL en las que se dictan carreras que incluyen en sus planes de estudio cursos de Física, las horas estimadas que se dedican al desarrollo de temas de Mecánica Clásica según los documentos analizados por CapIC, y los conocimientos básicos de Matemática de los estudiantes en condiciones de cursar la asignatura.

Unidades Académicas	Carreras	Horas de Mecánica
Conocimientos básicos de matemática que **incluyen** integrales en una variable		
Fac. de Ingeniería Química	Ingenierías Industrial, Química, en Alimentos y en Materiales, Licenciaturas en Materiales y Química, Profesorado en Química y Químico Analista	112 hs
Fac. de Ingeniería en Ciencias Hídricas	Ingeniería en Recursos Hídricos, Ambiental, en Informática y en Agrimensura	104 hs
Fac. de Bioquímica y Ciencias Biológicas	Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología	84 hs
Fac. de Humanidades y Ciencias	Profesorado en Biología y Licenciatura en Biodiversidad	55 hs
Fac. de Ciencias Agrarias	Ingeniería Agronómica	54 hs
Escuela Univ. del Alimento	Tecnicatura Superior en Tecnología de los Alimentos	40 hs
Escuela Univ. de Análisis del Alimento	Analista Universitario de Alimentos	38 hs
Fac. de Bioquímica y Ciencias Biológicas	Licenciatura en Nutrición	34 hs
Conocimientos básicos de matemática que **no incluyen** integrales en una variable		
Instituto Superior de Música	Licenciatura en Sonorización y Grabación	42 hs
Fac. de Ciencias Veterinarias [23]	Medicina Veterinaria	15 hs

Tabla 1: UA de la UNL, carreras que incluyen en sus planes de estudio cursos de Física y horas aproximadas que se dedican al el desarrollo de temas de Mecánica Clásica.

[23] La Facultad de Ciencias Veterinarias no participó en el Comité del CapIC, el número de horas es estimado a partir del Plan de Estudio obtenido de la página Web de la institución.

Por otro lado, a partir del relevamiento de LT referenciados en los PA de los cursos de Física de las diferentes carreras que se muestra en el Anexo, se identificaron aquellos que tratan los contenidos de Mecánica de interés con un nivel matemático que involucra cálculo diferencial e integral y aquellos que no involucran dicho nivel de tratamiento matemático. En la Tabla 2 se presentan los libros recomendados en los PA de cada carrera. Se nombran sólo los apellidos de los autores y el nombre del libro. Los LT se muestran en el mismo orden de aparición con el que se los cita en los PA. Se indican con las letras **CC** y **SC** a aquellos LT que abordan los temas con y sin cálculo diferencial e integral, respectivamente.

Carreras	**Libros de texto recomendados en los Programas Analíticos de Mecánica**
Conocimientos básicos de matemática que **incluyen** integrales en una variable	
Ingenierías Industrial, Química, en Alimentos y en Materiales, Licenciaturas en Materiales y Química Profesorado en Química, Químico Analista (112 hs)	- Alonso, Finn. *Física* **CC** - Gettys, Keller, Skove *Física Clásica y Moderna* **CC** - Giancoli. *Física general V 1* **SC** - Serway. *Física I* **CC** - Ingard, Kraushaar. *Introducción al estudio de la mecánica*, *materia y ondas* **CC** - Roederer. *Mecánica elemental* **CC** - Tipler. *Física I* **CC** - McKelvey Grotch. *Física para ciencias e ingeniería I* **CC** -Sears, Zemansky, Young. *Física Universitaria* **CC**
Ingeniería en Recursos Hídricos, Ambiental, en Informática y en Agrimensura (104 hs)	- Gettys, Keller, Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC** - Sears, Zemansky, Young, Fredman. *Física Universitaria I* **CC** - Resnick, Halliday. *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería Parte I* **CC** - Tipler. *Física V1* **CC** - Alonso, Finn. *Física V1: Mecánica* **CC** - Gil, Rodríguez. *Física re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías* **CC**
Bioquímica Licenciatura en Biotecnología (84 hs)	- Gettys, Keller, Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC** - Halliday, Resnick y Krane. *Física V1* **CC** - Sears, Zemansky. *Física General T 1* **CC** - Serway y Jewett. *Física I.* Texto basado en cálculo **CC** - Tipler. *Física* **CC** - Wilson, Buffa. *Física* **SC** - Giancoli. *Física para universitarios* V1 **SC** - Gil, Rodríguez. *Física re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías* **CC**

	- Kane, Sternheim. *Física* **SC** - Cussó, López, Villar. *Física de los procesos biológicos* **CC**
Profesorado en Biología Licenciatura en Biodiversidad (55 hs)	- Gettys, Keller, Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC** - Resnick, Halliday. *Física I* **CC** - Sears, Zemansky. *Física General T1* **CC** - Tipler. *Física I* **CC** - Wilson. *Física* **SC** - Fernandez, Galloni. *Física elemental I* **SC** Bibliografía de lectura: - Hewitt. *Física Conceptual* **SC** - Hetch. *Física en perspectiva* **SC**
Ingeniería Agronómica (54 hs)	- Wilson, Buffa, Lou. *Física* **SC** - Sears, Zemansky, Young. *Física Universitaria* **CC** - Tipler. *Física* **CC** - Bueche. *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería* **CC**
Tecnicatura Superior en Tecnología de Alimentos (40 hs)	- Gettys Keller Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC** - Alonso, Finn. *Física* **CC** - Resnick, Halliday. *Física I* **CC** - Sears, Zemansky. *Física General T1* **CC** - Tarasov-Tarasova Problemas de física MIR **SC**
Analista Universitario del Alimento (38 hs)	- Alonso, Finn. *Física* **CC** - Hewitt. *Física Conceptual* **SC** - Sears, Zemansky, Young. *Física Universitaria* **CC** - Gettys, Keller, Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC** Bibliografía complementaria: - Resnick, Halliday. *Física I* **CC**
Licenciatura en Nutrición (34 hs)	- Wilson. *Física* **SC** - Gettys, Keller, Skove. *Física Clásica y Moderna* **CC**
Conocimientos básicos de matemática que **no incluyen** integrales en una variable	
Licenciatura en Sonorización y Grabación (42 hs)	- Wilson, Buffa, Lou. *Física* **SC** - Tippens. *Física. Conceptos y aplicaciones* **SC** - Giancoli. *Física para universitarios I* **SC** - Zitzewitz, Kramer. *Prácticas de Física* **SC** Bibliografía ampliatoria: - Sears, Zemansky, Young, Fredman. *Física Universitaria* **CC** - Serway, Jewett. *Física para ciencias e ingenierías* **CC** - Tipler, Mosca. *Física para la ciencia y la Tecnología* **CC**
Medicina Veterinaria (15 hs)	- Bueche. *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería* **CC** - Cicardo. *Biofísica* **SC** - Frumento. *Biofísica* **SC** - Harten Hans-Ulrich. *Física para estudiantes de Medicina* **SC** - Wilson, Buffa. *Física* **SC** Bibliografía complementaria: - Resnick, Halliday. *Física T1* **CC** - Sears, Zemansky, Young. *Física Universitaria* **CC** - Tipler. *Física* **CC** - Weber, Manning, White. *Física* **SC**

Tabla 2. Libros recomendados en los PA de cada carrera de grado de la UNL, horas dedicadas al desarrollo de contenidos de Mecánica, conocimientos básicos de Matemática de los estudiantes y nivel matemático de desarrollo de los temas de Mecánica por cada autor/es.

De la lectura de la tabla surge que la gran mayoría de los autores de LT son de origen extranjero, especialmente norteamericanos. En los cursos en los que los estudiantes manejan como mínimo herramientas de cálculo diferencial e integral en una variable, se recomiendan LT en los que el desarrollo de contenidos de Mecánica se lleva a cabo con, y sin, cálculo diferencial e integral, correspondiendo la mayoría de los mismos a la primera categoría. Se recomiendan libros con cálculo en 44 ocasiones, con relación a una frecuencia de recomendaciones de libros con, y sin, cálculo de 64. Esto último es de destacar, si se tiene en cuenta que el nivel de profundidad en el desarrollo de los contenidos durante el cursado depende fuertemente del tiempo dedicado a tal fin.

Se sostiene que en algunas carreras la carga horaria dedicada al desarrollo de contenidos de Mecánica no resultaría acorde con la profundidad del tratamiento de los temas en los libros referenciados en los primeros lugares, en sus PA. Con respecto a los cursos en los que no se contempla el manejo de los estudiantes de cálculo diferencial e integral, resulta llamativo que, en algunos casos, se aconsejen prioritariamente LT que involucran dichas herramientas matemáticas en sus tratamientos.

5. CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado, se infieren cuestionamientos acerca de las recomendaciones y/u orientaciones en los PA de libros de Física con desarrollos de contenidos de Mecánica con nivel matemático no acorde, no sólo al tiempo dedicado durante el cursado al desarrollo de los temas

de Mecánica contemplados, sino también, en algunos casos, a las competencias matemáticas con las que cuentan los estudiantes. El estudiante que intenta utilizar la bibliografía que se referencia en los documentos institucionales, no siempre está en condiciones de conceptualizar los contenidos de Física a partir de los mismos. Esto no sólo contribuye a dificultar la construcción de conocimientos en los estudiantes, sino que tampoco propiciaría en los mismos una actitud favorable hacia el estudio mediante LT.

Se sostiene que se debería ser más realista a la hora de referenciar bibliografía en los PA de los cursos analizados, ya que de estos documentos se debería desprender un verdadero compromiso institucional con los estudiantes en relación a los materiales didácticos en los que debieran basar su aprendizaje.

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación CAI+D 2011: Un estudio del tratamiento de contenidos de Mecánica Clásica en los textos de Física más utilizados en los cursos introductorios de carreras de grado de la Universidad Nacional del Litoral – UNL

Bibliografía

6x4UEALC -Unión Europea y América Latina-el Caribe- (2005): Reunión de inicio. Guadalajara, 14-15 abril 2005.

Antoni, E. (2003) Alumnos universitarios: el por qué de sus éxitos y fracasos. Miño y Dávila. Buenos Aires. Argentina.

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991) Psicología Educacional, un punto de vista cognitivo. 5ta. Reimpresión. Trillas, México

Bardin, L. (1996) *El análisis de contenido*. Madrid: Akal

Bouciguez, M. y Santos, G. (2010) Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias. Vol.7, Nº 1. pp. 56-74. En: http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/920/92013011005.pdf

Cursos de Acción para la Integración Curricular (2010) Res CS UNL N° 328 y 592

Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2006) Ley Nacional de Educación Nº 26.206.

MECyT (2003) En: http://www.ses.me.gov.ar/articulacion/

Otero, J. (1990) Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 17-22.

Samaja, J. (1994) Epistemología y Metodología. EUDEBA. Buenos Aires.

Solaz-Portolés y Moreno-Cabo (2008) Algunas pautas y consideraciones para aprender de un texto educativo de ciencias, Edición electrónica gratuita en:www.eumed.net/libros/2008c/467/

Anexo

Libros de texto recomendados en los Programas Analíticos (PA) de los cursos de Física del Ciclo Básico de las carreras que se cursan en la UNL en los que se desarrollan temas de Mecánica. Se los referencian con los datos que figuran en los PA:

- Alonso M, Finn E (Sin Dato) *Física.* Addison Wesley Iberoamericana, México
- Alonso M y Finn E (1970) *Física Vol. I: Mecánica.* Fondo Educativo Interamericano
- Bueche, F. (1992) *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería*. Cuarta Edición. McGraw Hill, México
- Cicardo, V. H. (1987) *Biofísica*. Octava Edición. Libreros López Editores, Argentina
- Cussó F, López C y Villar R (2004) *Física de los procesos biológicos*. Ariel. Barcelona
- Fernandez y Galloni (Sin Dato) *Física elemental* T I
- Frumento, A. S (1995) *Biofísica*. Edición Hosby/ Doyma Libros, España
- Gettys, W.; Keller, F.; Skove, M. (1991) *Física Clásica y Moderna*. McGraw Hill, Madrid
- Giancoli D (2002) *Física para universitarios* Vol. 1. 3era Edición. Pearson Educación, México
- Giancoli, D. C. (1988) *Física general* V 1. Prentice Hall Hispanoamericana
- Gil, S.; Rodríguez, E. (2001) *Física re-Creativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías*. Prentice-Hall
- Halliday, D.; Resnick, R. y Krane, K. (1998) *Física* V 1, Tercera Edición en español. Compañía Editorial Continental, México
- Harten, Hans-Ulrich (1977) *Física para estudiantes de Medicina*. Editorial Científico – Médica, Barcelona
- Hetch, E. (Sin Dato) *Física en perspectiva*
- Hewitt P (Sin Dato) *Física Conceptual.* Addison Wesley Longman, México

- Ingard, William L. Kraushaar (1984) *Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas.* Editorial Reverté, Argentina
- Kane J, Sternheim M (2007) *Física.* Segunda Edición. Reverté, Barcelona
- McKelvey J y Grotch H (1980) *Física para ciencias e ingeniería T I*. Harla, México
- Resnick, R. y Halliday, D. (1967) *Física para estudiantes de Ciencias e Ingeniería*, Parte I. Compañía Editorial Continental S.A., México
- Resnik D, Halliday R (1971) *Física T I*. 3era Edición. Editorial Continental - Resnick, R.; Halliday, D. (Sin Dato) *Física I*. CECSA, México
- Roederer, J. (1963) *Mecánica elemental*. Eudeba, Buenos *Aires*
- Sears, F.; Zemansky, M. (Sin Dato) *Física* General *T I*. Editorial Aguilar
- Sears, F.; Zemansky, M.; Young, R. (Sin Dato) *Física Universitaria.* Aguilar, Madrid
- Sears, F., Zemansky, M., Young, D. (1988) *Física Universitaria*. Sexta Edición. Addison Wesley Iberoamericana
- Sears, F.; Zemansky, M.; Young, H.; Fredman, R. (1998) *Física Universitaria* V 1. Addison Wesley, Longman
- Sears, F.; Zemansky, M.; Young, H.; Fredman, R. (1999) *Física Universitaria.* Novena Edición. Pearson Educación, México
- Serway, R. (1993) *Física I.* Cuarta Edición. Mac Graw Hill, México
- Serway, R. y Jewett, J. (2004) *Física I.* Texto basado en cálculo. Tercera Edición. Internacional Thomson Editores, México
- Sears, F.; Zemansky, M.; Young, R. (1986) *Física Universitaria.* Addison Wesley Iberoamericana, USA
- Tipler, P. (1978, 1979, 1983) *Física I.* Reverté
- Tipler, P. (1995 y 1996) *Física* Tercera Edición. Reverté S. A., Barcelona
- Tippens, P. E. (2001) *Física. Conceptos y aplicaciones*. Sexta edición. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A., Chile, (Ed)
- Tarasov-Tarasova (Sin Dato) Problemas de física MIR
- Weber, R., Manning, K., White, M. (1976) *Física*. Segunda Edición. Reverté, Barcelona.
- Wilson, J. P. (Sin Dato) *Física*. Prentice Hall Hispanoamericana, México
- Wilson J, Buffa AJ (2003) *Física*. 5ta Edición. Pearson Educación, México
- Wilson y Buffa (2005*) Física*. 5ta Edición. Editorial Prentice Hall

- Wilson J, Buffa A y Lou B (2007) *Física*. 6ta Edición. Pearson Educación, México
- Zitzewitz, P.; Kramer, C. (1994) *Prácticas de Física*. McGraw-Hill Interamericana de México

Uso de Simulaciones Computacionales para abordar Obstáculos en la Comprensión para Alumnos de 1° Año de la Escuela Secundaria.

Navarro, Viviana[1]; Culzoni, Cecilia[2];
Fornari, Javier[2]; Aimé, Luciana[1]; Alegre, Laura[2]

1: Escuela N° 428 Luisa R. de Barreiro.
2: Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional
vivnaval@yahoo.com.ar, ceciliaculzoni@gmail.com, javier.fornari@frra.utn.edu.ar,
lu_aime13@yahoo.com.ar, lauraalegre3556@gmail.com

Resumen

La enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en los primeros años de la escuela secundaria es un proceso que requiere afrontar diferentes problemáticas como obstáculos en la comprensión de los temas, falta de interés en la materia, hábitos de estudio, masividad en las aulas, falta de atención y otros. Teniendo en cuenta los aportes del aprendizaje significativo, las teorías que tratan de explicar los obstáculos en la comprensión y la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, es que decidimos realizar una propuesta innovadora para la asignatura Laboratorio de Ciencias Naturales en 1° año de la Escuela N° 428 de Rafaela, Santa Fe. Esta

propuesta consiste en la planificación de una unidad didáctica siguiendo el modelo de UEPS, propuesto por Moreira, al cual se le introducen como recurso didáctico simulaciones computacionales con guía de actividades. Los resultados han sido muy alentadores y nos animan a seguir trabajando con esta metodología, dentro del marco de un proyecto de investigación que integra a la Universidad con la Escuela Secundaria.

Palabras Clave: Obstáculos en la comprensión; Aprendizaje significativo; Estados de la materia; Simulaciones.

1. Introducción

Este informe que hoy presentamos es resultado de varios años de trabajo en conjunto entre la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional y la Escuela N° 428 Luisa R. de Barreiro de la ciudad de Rafaela, provincia de Santa Fe.

Con el antecedente de trabajar en forma colaborativa durante años anteriores, en 2012 planteamos un proyecto de investigación, donde los profesores de la escuela participan junto a los investigadores de la facultad en carácter de investigadores, en una tarea conjunta, convencidos de que la única manera de mejorar las prácticas educativas es involucrándose activamente en el proceso de cambio.

Desde esta perspectiva es que juntos comenzamos a abordar los problemas existentes en la enseñanza aprendizaje de la física y de la química, tomando como base pedagógica la teoría constructivista de orientación socio cultural, de la psicología cognitiva en relación con los obstáculos en la

comprensión y los aportes de Marco Antonio Moreira en cuanto al aprendizaje significativo crítico. Sobre estas bases introdujimos las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) con el objetivo de mejorar la comprensión, motivar a los estudiantes, fortalecer el trabajo colaborativo y adecuar las metodologías a las formas actuales de la comunicación.

2. Marco Teórico

2.1. Obstáculos en la comprensión

A partir de los resultados obtenidos de diagnósticos realizados a alumnos de primer año de la Escuela N° 428 de la ciudad de Rafaela, Santa Fe, en donde se evidenció que no había verdadera comprensión del tema Sistemas Materialesse indagó sobre las problemáticas que podrían generar obstáculos para su comprensión.

Durante algún tiempo se observó en alumnos de años superiores problemas en el aprendizaje de temas como densidad, y se detectó que el estado corpuscular de la materia era el hilo conductor de toda la problemática. El concepto de estado de agregación de la materia es central ya que un aprendizaje superficial o poco significativo de dicho tema, obstaculiza la comprensión de otros como densidad, cambios de estados, sistemas materiales, disolución, solvatación que se enseñan en cursos superiores.

Es por eso que se decidió realizar una intervención didáctica específica en las diferentes divisiones de 1º año en la unidad "La Materia" que forma parte de la currícula en la asignatura Laboratorio de Ciencia Naturales.

Partimos de la base fundamental que es necesario, no solamente considerar los conocimientos previos de los alumnos, sino hacerlos explícitos ya que "Una persona no es, en absoluto, un saco vacío que pueda "rellenarse con conocimientos", y aún menos un objeto de cera que conserva en su memoria las formas con que se ha modelado. Por lo general se asimila el alumno a un sistema cognitivo que graba y conserva linealmente una sucesión de algoritmos e informaciones. Preferiríamos sustituir esta idea por la de un organismo "actor"que construye en el transcurso de su historia social, en el contacto con la enseñanza, y sobre todo a través de las informaciones de los medios de comunicación y las experiencias de la vida cotidiana, una estructura conceptual en la que se insertan y organizan los conocimientos de los que se apropia y las operaciones mentales que domina." (Giordan & Vecchi, 1995)

Sabemos también que el conocimiento previo es, de forma aislada, la variable que más influye en el aprendizaje. En última instancia, sólo podemos aprender a partir de aquello que ya conocemos. Ya en 1963, David Ausubel resaltaba esto. Hoy, todos reconocemos que nuestra mente es conservadora, aprendemos a partir de lo que ya tenemos en nuestra estructura cognitiva. Como él decía, ya en esa época, si queremos promover el aprendizaje significativo hay que averiguar dicho conocimiento y enseñar de acuerdo con el mismo. (Moreira, 2000)

2.1.1. ¿Cómo se construye un concepto?

"No podríamos sobrevivir sin categorizar el mundo, porque cada hecho, cada estímulo, sería completamente nuevo para nosotros, seríamos esclavos de lo particular" (Bruner, Groodnow, & Austin, 1956)

La construcción de conceptos y su apropiación se hace no por el simple paso de una a otra concepción, sino bajo la forma de oscilaciones y alternancias, a través de cierto número de rupturas que reorganizarán las representaciones individuales.

Una representación es, pues, un modelo explicativo organizado, sencillo, lógico, utilizado a menudo por la analogía. Una concepción se actualiza siempre por la situación vivida, por las preguntas planteadas. Puede depender de la secuencia pedagógica en marcha o del contexto en el que emerge. Se trata en efecto de movilizar lo que ya se sabe y adaptarlo a la situación nueva que se desea aprender. En este trabajo de construir conceptos nuevos a partir de las ideas previas que se tienen, se encuentran obstáculos que dificultan la tarea. Los obstáculos son interiores, residen en el pensamiento mismo, es una facilidad que se concede la mente, es una comodidad intelectual, pero no es el vacío sino una forma de conocimiento que responde quizás a otro modelo, no al modelo científico. En ciencias naturales un obstáculo consiste en pensar a la naturaleza como una serie de "cajones" disjuntos, donde cada elemento pertenece a una categoría "natural" como el ejemplo del agua , que se puede encontrar en estado líquido, sólido o gaseoso colocando cada una de estas situaciones en compartimientos estancos.

Otro es el hecho de valorar más lo vivo (obstáculo vitalista) y minusvalorar a lo físico y lo químico.

2.2. Modelos didácticos

¿Qué modelos de enseñanza favorecerían una adecuada teoría del desarrollo conceptual tanto en niños como en adultos?

Tomamos para esta propuesta educativa lo que Marco Antonio Moreira (2000) denomina Aprendizaje Significativo Crítico y dentro de esta base pedagógica se seleccionó el diseño de Unidades Educativas Potencialmente Significativas con la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación, porque "Sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste debe ser significativo; enseñanza es el medio, aprendizaje significativo es el fin" (Moreira, 2011)

El alumno aprende cuando realiza actividades que le permitan profundizar su comprensión, porque es en función de estas actividades y no tanto de las explicaciones del docente cuando se logran producir aprendizajes significativos.

2.3. Simulaciones Computacionales

En la aplicación de las NTICS es importante tener presente el concepto de herramientas cognitivas. Éstas son símbolos y artefactos que juegan el rol de soporte o vehículo del pensamiento. De esta manera se produce una suerte de asociación entre la mente y esos elementos, potenciándose la capacidad del individuo para abordar tareas complejas. Hay que tener en cuenta que esto influye en la propia forma con que se piensa, de modo que herramientas cognitivas distintas condicionan estilos y niveles de pensamiento diferentes. La computadora y la web son herramientas cognitivas muy potentes, que utilizadas con buenos criterios pedagógicos pueden producir profundos cambios en las formas de pensamiento y

favorecer un avance extraordinario en la educación.(Kofman, 2003)

Para abordar actividades que involucren las tecnologías de la comunicación y la información es necesario contar con equipos interdisciplinarios, donde participen tanto los expertos en el tema como los especialistas en informática y en educación con TICS. Esto es precisamente lo que estamos realizando en un trabajo que involucra a diferentes personas cada una desde su especialidad, sumando para construir un proyecto didáctico superador.

3. Metodología

3.1. Diseño de la unidad didáctica

1. Identificación de las ideas previas.

   Con el objetivo de hacer explícitas las ideas sobre el tema Teoría Corpuscular de la Materia, y teniendo en cuenta que se trata de estudiantes de 12 y 13 años de edad, se les pide que dibujen cómo creen ellos que está formada la materia, en sus estados sólido, líquido y gaseoso. Que expliciten si creen que las partículas que han dibujado tienen movimiento, que describa, dibujen y expongan todo lo que piensan volcándolo en el papel.

2. Presentación de situaciones problemáticas con simulaciones computacionales. Simulación la materia disponible en:

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/indice.htm

Se seleccionó esta simulación teniendo en cuenta su potencia didáctica, por las actividades propuestas, por la posibilidad que brinda la imagen animada de concretar ideas abstractas y por sus aspectos estéticos. Es importante considerar que esta simulación debe trabajarse en línea o bien descargarse en las PC o netbook.

Se planifica un trabajo colaborativo en parejas, dos alumnos por computadora, con guía de actividades impresa. Las actividades consisten en problemas cualitativos y experiencias a resolver usando la simulación. Para facilitar el acceso a la misma y el comienzo de la clase se utiliza un cañón para proyectar la pantalla de inicio en la pared. La docente del curso participa como facilitadora, explicando en caso de ser necesario las dudas o problemas que pueden ir surgiendo. El trabajo es autónomo. Al finalizar estas actividades el alumno resolverá una evaluación con opciones múltiples y dibujará nuevamente los distintos estados de agregación de la materia (sólido, líquido y gaseoso). Se planifica una clase de 80 minutos.

3. A la clase siguiente se retoma el tema estudiado con las simulaciones, ya en el aula tradicional. Se revisan cada uno de los estados de agregación de la materia explicando el estado cristalino de algunos sólidos, poniendo énfasis en el movimiento de las partículas en cada estado de agregación. Una clase de 80 minutos.

4. Para continuar y comparar si hubo cambio conceptual se contrastan los conocimientos adquiridoscon los dibujos que habían realizado en la primera clase y luego se conversa en el gran grupo para que verbalicen las diferencias encontradas.

5. Se realizan actividades de ejercitación para verificar la comprensión.

6. Para evaluar la propuesta didáctica se realiza una encuesta a los alumnos.

4. Resultados

4.1. Observaciones de las clases.

Los alumnos trabajaron en forma ordenada, lo hicieron estimulados por el uso de las nuevas tecnologías, demostrando interés en éste tipo de metodología de estudio, tal como puede observarse en la figura 1.

La simulación genera un ambiente lúdico, de aprendizaje cooperativo, en donde el docente es el puente entre el conocimiento y su construcción por parte del alumno.

En la figura 2, podemos visualizar que el estudiante aprende en forma autónoma, siente que existen nuevas formas de adquirir conocimiento y que la comprensión depende de él y de su esfuerzo.



Figura 1.



Figura

El simulador ayuda a ser asequible conceptos de un alto nivel de abstracción lo que favorece un aprendizaje significativo.

4.2. Resultados de las evaluaciones

A continuación se muestran los resultados de las preguntas de la evaluación. Para todas las opciones de respuesta fueron: Líquidos-Sólidos-Gases. (Elegir la correcta). La pregunta está escrita debajo de cada gráfico.En los gráficos se muestra con la leyenda Si,la proporción de alumnos que dieron la respuesta correcta, con No los que dieron una respuesta incorrecta y No contesta los que no saben.

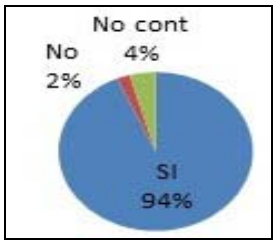


Figura 1:Tienen forma definida

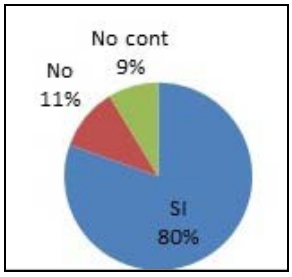


Figura 2:Tienen volumen propio

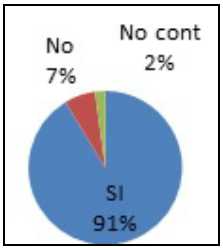


Figura 3: No tienen forma definida

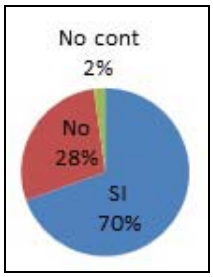


Figura 4: Adoptan la forma del recipiente que los contiene

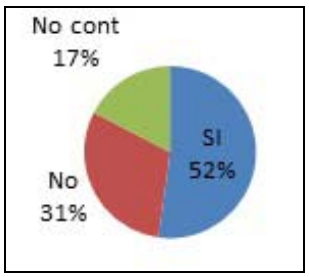


Figura 5: Las fuerzas de atracción de las partículas son débiles

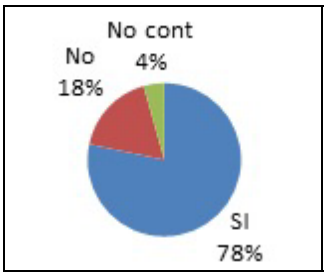


Figura 6: Las fuerzas de atracción son fuertes

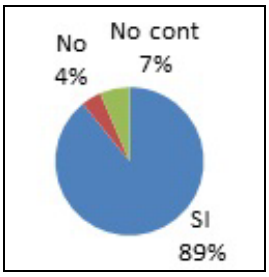


Figura 7: Son fluidos

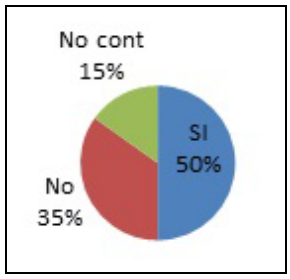


Figura 8: Las partículas se deslizan, trasladan, rotan

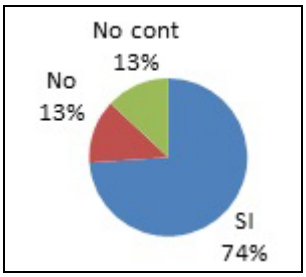


Figura 9: Ocupan todo el volumen disponible (expansibilidad

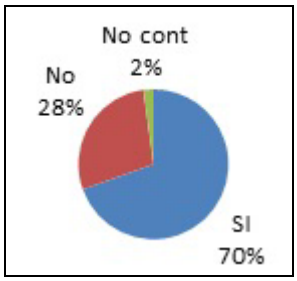


Figura 10: Las partículas vibran en un punto fijo, no tienen movimiento de traslación

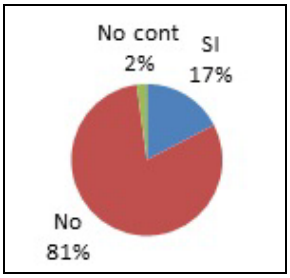


Figura 11: Las fuerzas de atracción y de repulsión se hallan equilibradas.

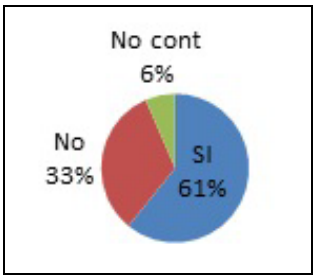


Figura 12: Las partículas chocan con el fondo y las paredes del recipiente ejerciendo presión.

Se puede observar que en la mayoría de los casos más del 70% de los alumnos respondió bien las preguntas, con lo cual podemos decir que los conceptos de forma, volumen, condición de fluidos, lugar en el espacio han sido comprendidos. Hay cuatro preguntas que se relacionan con la fuerza entre las partículas y el movimiento de las mismas que han sido respondidas bien por el 50% o menos de los alumnos, especialmente la pregunta "Las fuerzas de atracción y de repulsión se hallan equilibradas". Es necesario tener en cuenta, que si bien el concepto de fuerza es un concepto intuitivo, no necesariamente estará en consonancia con el concepto científico de fuerza y menos aún la idea de fuerzas equilibradas. Estas conceptualizaciones corresponden al tema estática que forma parte de la currícula de 2° año. Por lo tanto podemos considerar que los resultados han sido por demás satisfactorios, y que aquellas ideas que no han podido aclararse luego de la simulación computacional forman parte de lo que el docente debe trabajar con posterioridad.

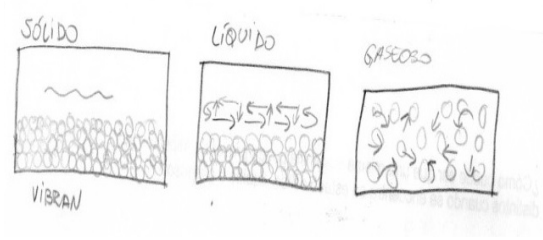
4.3. Cambio Conceptual

Se comenzó este trabajo analizando cómo se produce el cambio conceptual, y cómo es posible promoverlo a partir de un diseño didáctico específico que incorpora las TICS. Sostenemos que es posible un cambio conceptual que puede comenzar en la exposición de los conocimientos cotidianos y concretarse luego de la clase con simulaciones computacionales. Para apoyar nuestra hipótesis ofrecemos los dibujos que realizaron los estudiantes antes y después de la simulación, para observar el cambio producido.



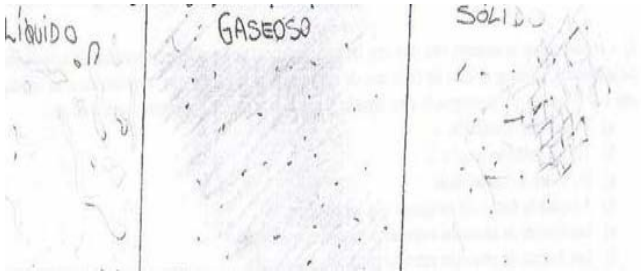
Antes de la clase

Figura 13: Idea previa o conocimiento cotidiano.



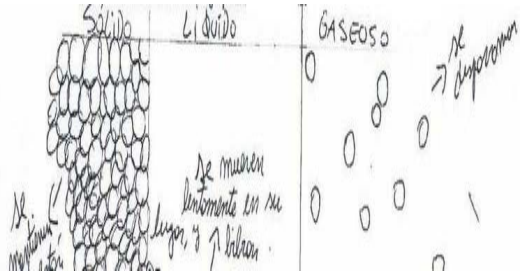
Después de la clase

Figura14: Conocimiento luego de la clase con simulaciones.



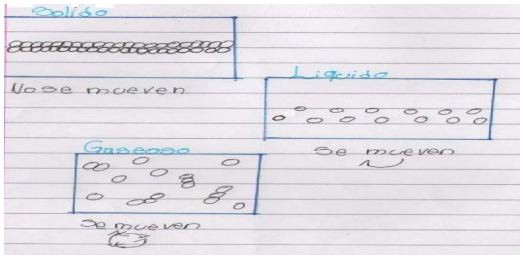
Antes de la clase

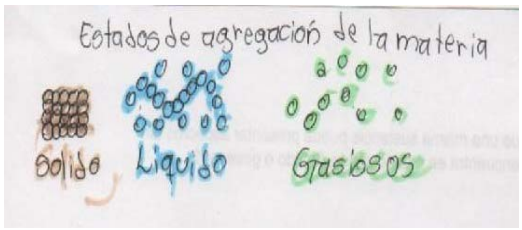
Figura 15: Se puede observar que no diferencia entre los tres estados.



Después de la clase

Figura 16: Se observa que surge más claramente el concepto de partícula y el tipo de movimiento





Antes de la clase Después de la clase

Figura 17: Se observa un cambio conceptual en relación con el movimiento de vibración de los sólidos (marca flechas color naranja), en líquidos y gases no se observa cambio

Estos son algunos casos de los más de 150 obtenidos y que muestran los cambios observados. Hubo alumnos que no pudieron realizar el cambio de la manera esperada, y otros que ya tenían conocimientos más cercanos al nivel científico de la estructura de la materia en los diferentes estados de agregación. Queda como tarea la clasificación de todas las respuestas y sistematización de los resultados.

5. Conclusiones

Si bien se han obtenido resultados positivos debemos tener en cuenta que "podemos dudar de la idea de que un niño puede aprender mediante un único experimento concreto, accesible de forma inmediata"(Giordan & Vecchi, 1995)

El conocimiento no viene dado de una vez en forma automática, por el sólo hecho de haberlo enseñado pero en este caso podemos observar que se han producido cambios conceptuales que dan la oportunidad al educador de seguir trabajando sobre la temática y de esta manera construir un concepto significativo. También se puede constatar que diferentes alumnos arribaron, mediante el trabajo propuesto, a distintos niveles de conceptualización, demostrándonos la importancia de los conocimientos previos.

La simulación computacional por sí sola no es capaz de promover estos cambios, necesita estar inserta en una propuesta

didáctica adecuada, donde cobra valor la motivación, la curiosidad del alumno, el aspecto lúdico y la construcción propia de los saberes.

Consideramos que hemos tenido resultados positivos por lo cual pensamos continuar en esta tarea, mejorando las propuestas y ampliándolas a otros temas. En el presente año seguimos trabajando de esta manera, incluyendo a todas las divisiones de primer año para realizar un trabajo estadístico más completo y comenzaremos a evaluar los resultados obtenidos realizando un seguimiento de aquellos estudiantes que utilizaron esta metodología.

Bibliografía

Bruner, Groodnow, & Austin. (1956). *Un estudio del pensamiento.* New York: Wiley.

Giordan, A., & Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos.* Sevilla: Diada S.L.

Kofman, H. (2003). *http://www.fiq.unl.edu.ar/galileo/papers.htm*. Recuperado el junio de 2013, de Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICS en la enseñanza de la física universitaria y la capacitación docente.

Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje Significativo Subversivo. *III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo.* Lisboa.

Moreira, M. A. (2011). Unidades de Emseñanza Potencialmente Significtivas. *Taller de la XVII REF.* Villa Giardino.

Talleres

Taller TA 1:

Una Propuesta Metodológica para la Enseñanza de la Física en Enología: La Física presente en la Elaboración del Champagne

Villedary, Haroldo[1]; Todaro, Alejandra[2]; Slipak, Mónica Beatriz[3]

1: Universidad Juan A. Maza, Didáctica de la Física; haroldo_villedary@yahoo.com.ar

2: Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; Didáctica de la Física; alejandra.todaro@yahoo.com.ar

3:Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; Didáctica de la Física; monicaslipak@gmail.com

El presente taller se basa en una aplicación de una innovación metodológica a través de la resolución de problemas integradores y de una serie de problemas más específicos que permiten acotar los contenidos a aprender por parte de los alumnos. Este modelo surge como alternativa por la falta de motivación presentada en los alumnos de las carreras relacionadas con la Enología hacia el estudio de la Física. Se ilustra mediante su puesta en práctica en una Tecnicatura y una Licenciatura de Enología en la Provincia de Mendoza, en dos

universidades diferentes. Las expectativas de la aplicación de este modelo es impactar positivamente en los alumnos mejorando las estrategias de aprendizaje, la valoración hacia la ciencia y como consecuencia de ello el mejor rendimiento académico. Los resultados alcanzados han sido positivos, las muestras de alumnos sometidos a esta propuesta muestran cambios significativos sobre todo en la motivación, en el pensamiento crítico y en el compromiso con su propio aprendizaje. En una segunda instancia de investigación se pretende realizar un aporte en cuanto a la currícula de Física y sus contenidos en base a esta propuesta didáctica para las carreras de Enología, en general.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: El taller está dirigido a docentes de Física de nivel medio y superior y a alumnos de carreras afines a la docencia de Física.

Cupo mínimo de participantes: cinco participantes.

Cupo máximo de participantes: cuarenta participantes.

Pre-requisitos para el taller: Conocimientos de Física General.

Material solicitado a los participantes: Ninguno.

El **objetivo principal** es la utilización de conceptos básicos de la Física para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales presentes en la elaboración del champagne, basándonos en un modelo sencillo. Para ello se utilizarán estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia en la resolución de problemas, la participación en la planificación y realización en equipo de actividades científicas sencillas; promoviendo el autoaprendizaje y desarrollando competencias científicas básicas.

Marco teórico y encuadre didáctico.

El aprendizaje de las ciencias no debe ser un acopio de saberes descontextualizados, sino, que debe formar parte del esquema general del conocimiento del individuo, donde la motivación, la interrelación de conceptos y su aplicación deben ser parte de los objetivos fundamentales perseguidos.

Nos enfocamos en la problemática de la enseñanza de la Física en Enología. Dada la importancia que tiene la actividad vitivinícola en Mendoza, nuestra provincia, nos proponemos generar una serie de instrumentos que permitan colaborar con el objetivo de actualizar y resignificar las prácticas docentes.

La escuela media y la universidad actual plantean como objetivo fundamental promover el autoaprendizaje –o aprendizaje autónomo–, desarrollando en los estudiantes ***las competencias*** *que le permitan adecuarse a los cambios y contextos actuales.* (Pacheco N. et al, 2003). Las competencias básicas para la articulación de la educación media y universitaria según la interpretación de la Universidad Nacional de Cuyo son: Comprensión lectora, producción de textos y resolución de problemas y dentro de las competencias transversales:

autonomía en el aprendizaje y destrezas cognitivas generales. Pero ¿a qué se refiere el término competencia?:

Una competencia es un conjunto de capacidades complejas, integradas en diversos grados, que se debe desarrollar en el alumno a través de la educación formal, para que pueda desempeñarse como sujeto responsable en diferentes contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, hacer, actuar y disfrutar convenientemente, evaluando alternativas, eligiendo estrategias adecuadas y haciéndose cargo de las decisiones tomadas. (C. Cullen, 1997).

Si se caracteriza a la competencia y su funcionamiento desde la complejidad, se puede sostener que son **sistemas** o **conjuntos complejos dinámicos** compuestos por: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes. Cuando se trabaja pedagógicamente alguno de sus componentes, se debe poner en juego el **todo** que es la competencia. *Cualquier cambio en alguno de los mismos también generará cambios en los otros elementos que la componen y en sí misma.* (Pacheco N.; Repetto A. et al, 2003)

Los trabajos prácticos orientados a la **resolución de problemas** son de mucha utilidad para el desarrollo de las competencias **científicas básicas**. *"Formar competencias científicas es enseñar a saber colocarse en el punto de vista de la ciencia, con toda su complejidad, conflictividad y diversidad que esto significa, y que, a la luz del debate contemporáneo, podemos resumirlo en la capacidad de relacionar la teoría con la práctica, en el más amplio sentido de ambos términos, sabiendo que cualquier teoría científica es también una práctica social..."* (Carlos Cullen, 1997).

En este taller se contempla la siguiente secuencia de actividades:

1) **Presentación del problema a tratar y de la metodología de resolución de problemas.** El problema elegido debe tener como objetivo motivar al alumno y además confrontarlo con determinadas concepciones que permiten el surgimiento de una curiosidad real. Se pretende que sea una motivación ***intrínseca***, *donde la razón por esforzarse está en lo que se aprende, para ello los aprendices deben percibir que el resultado del aprendizaje es significativo y tiene interés en sí mismo.* (Pozo, I. 1999)

   Una **situación problema** es toda aquella que se caracteriza por presentar: un **conjunto de datos** (objetos materiales, acciones, acontecimientos, representaciones simbólicas, lingüísticas, gráficas, matemáticas), un **conjunto de preguntas** que precisan el objetivo a alcanzar el que generalmente se encuentra relacionado con el para qué, dando la apertura al problema y un **conjunto de restricciones** que *delimitan* las acciones del sujeto. Pueden referirse a datos disponibles o accesibles a los sujetos, a los tratamientos posibles, a las ideas previas.

   La situación problema debe partir desde un problema integrador para luego plantear problemas más específicos diseñados a partir de una noticia o situación del mundo real, éste debe integrar el máximo contenido posible; a partir de él se reconocen los contenidos que se tratarán en el curso, y se diseñan nuevos problemas más específicos entramados dentro del gran problema (Sánchez, 2012). Estos problemas más específicos son presentados en secuencia para lograr abarcar



la mayor cantidad de contenidos del programa del curso.

2) **Una actividad de confrontación con los nuevos contenidos:** Ésta actividad se debe realizar, basándose en las ideas expuestas por los alumnos, alternando, por ejemplo, entre la presentación de los conceptos principales y las ideas previas de los alumnos.

   El docente debe introducir al alumno en el manejo de los conceptos claves, con el fin de producir un acercamiento a la estructura profunda de la ciencia y sin dejar de tener una visión globalizadora. Pozo propone presentar las ideas principales al comienzo y desarrollar una red conceptual cuyos elementos se ramifiquen progresivamente.

   Se debe lograr que los alumnos aprendan y comprendan los conceptos para darles un significado a los hechos e interpretarlos dentro de un marco conceptual, utilizando un lenguaje sencillo y algunos términos científicos que el alumno deberá ir incorporando paulatinamente.

3) **Una actividad de aplicación en el laboratorio:** Se realizará la resolución de los interrogantes planteados y las posibles soluciones. Este tipo de actividad permite reflexionar sobre lo que se hace y se sabe. El profesor debe conseguir que la cuantificación no sea un fin, sino un medio de acercarse al problema científico, diferenciando el dominio científico del matemático, ayudándole a reconocer los conceptos utilizados, a interpretar los resultados numéricos dentro del marco teórico y el nivel de incertidumbre de los métodos utilizados.

4) **Una actividad de cierre o estrategia de cierre:** En esta instancia se apunta a la metacognición, lo que implica procesos de reflexión y toma de conciencia sobre el propio conocimiento. El docente debe reflexionar sobre las dificultades a las que se enfrentaron sus alumnos, buscando diferentes modos para ayudarlos a superarlas y transferir progresivamente a los estudiantes el control de su aprendizaje, sabiendo que la meta última de todo maestro es volverse innecesario. Se debe ayudar al alumno a conocerse a si mismo, saber lo que sabe y lo que desconoce, lo que puede y no puede hacer, lo que quiere y lo que no, sólo así podrá superarse.

Contenidos:

Fluidos: Hidrostática. Tensión superficial. Hidrodinámica. Viscosidad. **Gases**: Ley de Henry. **Óptica**: Conceptos básicos. Refracción.

Evaluación:

Los participantes diseñarán una clase, sobre un contenido conceptual, aplicando la metodología de resolución de problema en laboratorio, utilizada en el curso.

Bibliografía

Cullen, Carlos (1997) *Crítica de las razones de educar*. Piados. Barcelona.

Pacheco N., Repetto A, Moreno A., Irusta E., Musso S., Erice X., Moretti C.(2003) *Resolución de Problemas*. EDIUNC. Mendoza.

Pozo Municio, I. (1999) *Aprendices y maestros, La nueva cultura del aprendizaje*. Alianza Editorial, Madrid.

Sánchez, Ivan (2012) Evaluación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo de la Física. Revista de Formación Universitaria Nº 5 pp. 51-65. La Serena.

Castro, Emilio (2012) http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2012/03/29/efervescencia/

Liger-Belair,G (2012).http://www.quo.es/ser-humano/la-ciencia-del-champan

Taller TA 2:

Criação e Desenvolvimento de uma Experiência, considerada "Laboratório Virtual"

Fonseca Monaliza; Maidana Nora

Instituo de Física, Universidade de São Paulo Brasil

Resumo

Fazendo uso de recursos virtuais buscamos apresentar ao professor uma nova estratégia de ensino para aulas de física. Para tanto será apresentado o processo de criação do Laboratório Virtual realizado no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Esse laboratório foi idealizado a partir da filmagem de sistemas reais com o intuito de observar todo o movimento do corpo em estudo junto com um instrumento que possibilitou a medida de sua posição. Posteriormente, incorpora-se ao vídeo um código de tempo, de modo que, ao transformar-se o filme em quadros independentes, as imagens extraídas permitem medir a posição ocupada pelo corpo em instantes sucessivos e conhecidos. Na oficina, os participantes terão a oportunidade de

aprender a criar um experimento virtual, filmando o movimento de um corpo e fazendo a edição desse vídeo. Compreendido o processo, analisarão um experimento virtual já desenvolvido e disponível em www.fisfoto.if.usp.br para aprenderem como são feitas as análises no laboratório virtual.

Duração: 8 horas

Público Alvo: professores de ensino superior ou médio e estudantes.

Número de participantes: dependerá do número de computadores disponíveis para o curso, não passando de dois alunos por computador.

Pré-requisito para oficina: conhecimento sobre inércia rotacional.

Objetivos da oficina

A oficina tem por objetivo divulgar o laboratório virtual desenvolvido no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (FONSECA et al.) e disponível em www.fisfoto.if.usp.br, além disso, pretende-se avaliar o alcance dessa ferramenta no meio acadêmico, para professores de graduação. Compartilhar essa ferramenta proporcionará uma maior exploração do laboratório virtual dando enfoque ao processo de construção e à posterior análise dos experimentos da maneira como são propostos aos alunos. Por fim, vislumbra-se a possibilidade de tornar o laboratório virtual uma alternativa para complementar as aulas

teóricas, proporcionando aos participantes do curso ferramentas que possibilitem a criação de uma experiência virtual.

Enquadramento didático

A educação atualmente tem passado por inúmeras mudanças no que diz respeito aos métodos de ensino. Fazer com que o aluno se torne parte integrante da busca pelo conhecimento tem sido uma difícil tarefa para os professores, já que com o avanço da tecnologia e os inúmeros acessórios virtuais grande parte dos alunos têm tornado esses aparelhos prioridade. Tendo em vista esse cenário, porque não unir a tecnologia ao ensino? Os jovens estão cada vez mais conectados, buscando novas formas de comunicação e interação com os outros, por isso surge a necessidade de potencializar o uso desse meio (LÉVY). Os recursos da tecnologia são inúmeros e, se bem aproveitados, podem servir de suporte às aulas teóricas. A inserção dessa tecnologia ao ensino, em especial de Física, vai de encontro à necessidade cada vez maior do professor em tornar o conhecimento científico mais atraente para os alunos (FIOLHAIS et al.). Dentre as diversas estratégias possíveis para o ensino, a que receberá destaque neste trabalho é o laboratório didático, reformulado de modo a adequá-lo às novas tecnologias. O laboratório virtual pode ser pensado de duas maneiras diferentes, por um lado simulações, que recriam situações físicas idealizadas de modo a facilitar a interpretação de um fenômeno físico e, por outro, os experimentos filmados, que usam situações físicas filmadas como base de uma análise quantitativa. É importante destacar que este Laboratório que propomos não utiliza programas prontos (*softwares*) para que analisem automaticamente o vídeo, todas as análises são feitas a partir da leitura direta das posições do corpo em estudo.

Conteúdo

Processo de Criação do Laboratório Virtual; Filmagem, Edição e Disponibilização de um experimento virtual; A física por traz dos experimentos; Metodologia de Análise a partir das fotos; O Computador como ferramenta auxiliar na análise; O experimento Roda de Inércia.

Metodologia

Inicialmente pretende-se mostrar a proposta do laboratório virtual, como os experimentos são desenvolvidos e qual o processo de análise a partir das fotos. Num segundo momento da oficina pretende-se instruir os professores para que eles desenvolvam seus próprios experimentos virtuais. A ideia é realizar a filmagem do movimento de uma moeda que deslize sobre um plano de fundo quadriculado. Posteriormente o vídeo feito será editado no programa VirtualDub, para que seja inserido a ele um código de tempo. Com o mesmo programa será mostrado o processo para transformar o vídeo em fotos. Depois disso será proposto um dos experimentos virtuais do site para que seja analisado pelos participantes. Antes de proceder na análise será retomado o conteúdo físico do experimento para que as análises sejam mais significativas.

Durante a análise os participantes poderão usar o mesmo roteiro disponibilizado no site. Não haverá avaliação nem a exigência da entrega de um relatório.

Bibliografia

FONSECA, M.; MAIDANA, N.; SEVERINO, E. Z. G.; BARROS, S. F., SENHORA, G. G. M.; VANIN, V. R.. O Laboratório Virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2013. Aceito para publicação na RBEF 2013.

FIOLHAIS, CARLOS; TRINDADE, JORGE. Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 3, p 259-272, 2003.

BARROS, S. F., Experimento virtual de rolamento: um estudo das dificuldades apresentadas pelos alunos do curso de licenciatura do IFUSP. Monografia (Licenciatura em Física). Instituto de Física, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

SEVERINO, E. Z. G., Recursos virtuais em aulas de laboratório de física. 2006. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

VIRTUALDUB Setup 1.0, Copyright (C) (1998). [Software]. Avery Lee, All Rights Reserved. Compiled with MS Visual C++6.0. Disponível em <http://www.virtualdub.org/>. Página consultada em 13 de maio de 2013

Taller TA 3

Cielito Lindo. La Meteorología y las TICs nos ayudan a integrar las Ciencias Naturales

Javier Martín; Edgardo Gutiérrez y Cynthia Rachid.

Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. 5000 Ciudad Universitaria de Córdoba. TE/FAX: 0351-4334416-interno 115. jmartin.cba@gmail.com

Resumen:

En este Taller dos profesores de física (Javier Martín y Edgardo Gutierrez; FCEFyN-UNC) y una presentadora del clima de la TV (Cynthia Rachid, Info Clima y Crónica 10) ofrecen una magnífica oportunidad para que maestros y profesores de Física, Química, Biología y Matemática asuman la enseñanza integrada de las Ciencias Naturales en forma interdisciplinaria, utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) para estudiar fenómenos meteorológicos de una manera interactiva y divertida. Según ha dicho el equipo de Cuatrociencia: "no hay un equipo mejor que este para hablar de Meteorología, un campo del conocimiento en el cual la gente no suele confiar mucho" [2]

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Maestros y profesores de Física, Química, Biología, Matemática y Ciencias Naturales. No se requieren conocimientos previos sobre temas relacionados con el clima y la meteorología.

Cupo mínimo de participantes: 10 (diez)

Cupo máximo de participantes: 40 (cuarenta)

Pre-requisitos para el taller: Tener ganas de integrar la Física, la Química, la Biología y la Matemática para comprender algunos fenómenos vinculados con la meteorología como: la formación de nubes, los vientos, la lluvia, el granizo, el desplazamiento de frentes de tormenta, etc.

Material solicitado a los participantes: Cuaderno, lápiz, goma, regla, calculadora, mate (con galletas o torta si es posible).

El taller esta orientado a utilizar recursos de Internet. Por lo tanto se deberá disponer de una computadora con conexión a Internet cada dos o tres participantes.

Objetivos:

Generales:

- Perfeccionar y actualizar (metodológicamente, y en contenidos) a los profesores de los niveles primario, medio, terciario y básico universitario.
- Incorporar en los planes de tarea educativa vigentes en los niveles primario, medio, terciario y básico universitario, una propuesta de enseñanza que permita integrar conocimientos en el Área de las Ciencias naturales.

Particulares:

- Transferir los conceptos de las disciplinas Física, Química Biología; Geología y Geografía, involucrados en los fenómenos meteorológicos.
- Integrar los conceptos involucrados de las distintas disciplinas, en el Área de las Ciencias Naturales en general, y de la meteorología en particular.
- Utilizar las TICs como herramienta de aprendizaje en el Área de las Ciencias Naturales.
- Implementar un enfoque constructivista del tema, con el propósito de que los docentes también puedan utilizarlo en sus clases.

Marco teórico y Encuadre didáctico:

Actualmente en el ámbito general de la educación, se hace necesaria la integración de distintas disciplinas. Las Ciencias Naturales no escapan a esta situación, y este supuesto genera la demanda, por parte de los docentes, de encontrar

recursos metodológicos que le permita en su práctica de aula lograr eficazmente este cometido.

Por otra parte, sabiendo que las TICs agrupan los elementos y las técnicas utilizadas en el tratamiento y la transmisión de la información, principalmente informática, por Internet y/o mediante las telecomunicaciones, que hacen referencia a la utilización de medios para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información [4], y reconociendo que el vertiginoso progreso que ha tenido la ciencia y la tecnología en estos últimos años provee herramientas TICs cada vez más sofisticadas y precisas que son, paradójicamente, cada vez más baratas y accesibles, favoreciendo su incorporación a la práctica docente [3]. Podemos afirmar que las TICs son herramientas cuyo uso está ampliamente difundido en la sociedad en general y en la educación en particular, lo que nos conduce a movemos en un mundo cada vez más virtual y mediado por la tecnología [1].

Tomando en cuenta estas premisas, **"Cielito lindo"** es un taller que, mediante el uso de TICs, se estructura a partir del estudio interdisciplinario de la Física, la Química, la Biología y la Matemática, aplicado a fenómenos meteorológicos sencillos y que están relacionados con nuestra experiencia cotidiana.

Contenidos.

- Imágenes satelitales: La radiación electromagnética y la temperatura en la superficie de la tierra, los mares y las nubes.
- La presión y los vientos.
- Nubes, precipitaciones y el ciclo hidrológico.
- Tormentas y frentes de tormentas

- Uso de las TICs para el análisis e interpretación de imágenes meteorológicas.
- Los recursos de Internet para informar y predecir el clima. Modelos y simulaciones climáticas

Metodología y Evaluación: Desde un enfoque constructivista, se utilizarán las TICs con el propósito de abordar y explicar interdisciplinariamente algunos fenómenos meteorológicos que se producen en forma cotidiana a nuestro alrededor.

Actividades

- Clases teóricas (expositivas, dialogadas) 30%
- Clases prácticas (planteo y resolución de problemas) 30%
- Clases prácticas (actividad práctica grupal) 30%
- Evaluación (trabajo grupal) 10%

La evaluación consistirá en un trabajo final escrito que los participantes presentarán en forma grupal, sobre cómo utilizar algunas de las estrategias presentadas para dar cuenta de las características de un fenómeno meteorológico. El trabajo será expuesto oralmente por el grupo y discutido con el resto de los participantes y los docentes a cargo del taller.

Bibliografía:

[1] Carrasco Dávila, A. (2008). **Las TICs en la Educación**, en Jornadas Virtuales del Instituto Superior Joaquín V. González. Ponencia. 2008.

[2] Cuatrociencia. (2013). Muestra de Arte, Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba. Pabellón Argentina Ciudad Universitaria de Córdoba http://cuatrociencia.unc.edu.ar/2013/04/07/un-pronostico-seguro-la-meteorologia-es-una-ciencia/ (accedido 24 de julio de 2013).

[3] Martín, J.; Cantero, P.; Rodriguez, C.; Galeasso, A.; Rossi, F. y Babenco, M. (2011) **Diseño y construcción de un datalloger para instrumentar la toma de datos en el laboratorio de física**. *Memorias de la XVII Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVII)*, Córdoba. ISBN 978-950-33-0925-4

[4] Murillo Ramón, J. y Marcos Lorenzon, G. (2009). **Un modelo para potenciar y analizar las competencias geométricas y comunicativas en un entorno interactivo de Aprendizaje**. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Vol.: 27 Núm.: 2. ISSN paper: 0212-4521.

Taller TA 4:

Resolucion de Problemas de Fisica Clasica No Tradicionales con Empleo de Simulaciones Mediante Dinamica de Sistemas

Enrique, Claudio[1]; Juarez, Gustavo[2]; Lingua, Sebastián[3]

1: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. UDB Física.

2: Universidad Nacional de Catamarca. Área Matemática.

3: Universidad Nacional de Catamarca. Área Física

juarezgustavoadolfo@yahoo.com.ar

Resumen:

Es frecuente en cursos de Física Clásica que se resuelvan problemas empleando modelos acotados donde se omiten ciertas particularidades debido a la exigencia matemática que requiere la solución analítica. Este Taller tiene como objetivo, ampliar la forma tradicional de resolución de problemas de Física, mediante el empleo de modelos matemáticos que varían a través del tiempo: los Sistemas Dinámicos. La actividad prevista es convertir por un momento al asistente en

investigador, para motivarlo a desarrollar la metodología de la Dinámica de Sistemas, realizando una introducción con conceptos y elementos propios de un modelo, para luego a través de ejemplos básicos y aplicados, mostrar las ventajas y potencialidades del uso de esta propuesta, donde existe un tratamiento dinámico de fenómenos de la Mecánica Clásica. Como elemento determinante para la simulación se describe el diagrama causal de la Dinámica de Sistemas, dado por los Diagramas de Forrester. Nuestra meta, es mostrar que se pueden construir Modelos Matemáticos con herramientas sencillas, sin necesidad de grandes teorías con argumentos y notaciones elevadas; permitiéndonos dar un marco de importancia dentro de la Enseñanza de las Ciencias Experimentales, en particular la Física, tanto en contenidos básicos como aplicados a la vida diaria.

Duración: ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Profesores de Nivel Medio y Superior en Física, Tecnología, Ciencias Naturales, Química, Matemáticas.

Cupo mínimo de participantes: diez (10)

Cupo máximo de participantes: cuarenta (40)

Pre requisitos para el Taller: Conocimientos básicos de física.

Material solicitado a los participantes: notebook, netbook

Objetivos:

- Contribuir a la permanente actualización de los docentes participantes, fomentando una actitud dinámica y crítica frente a su rol de educadores.
- Desarrollar un enfoque aplicado de la Física mediante la resolución de problemas de la vida diaria, en forma experimental apoyado en la modelización matemática y la simulación bajo Dinámica de Sistemas.
- Introducir al Docente de Secundaria y Terciario en la metodología de la Enseñanza mediante modelos matemáticos para analizar sistemas complejos y estudiar estrategias que describen comportamientos de fenómenos físicos.

Marco teórico y encuadre didáctico:

La propuesta del presente taller se enmarca dentro de tres áreas de interés: Mecánica Clásica, Modelos Matemáticos y Dinámica de Sistemas.

La Mecánica Clásica estudia las características en donde intervienen tiempo, espacio, materia, movimiento, fuerza y energía; por ello que es tan amplio su campo de estudio, resultando inevitable que se entremezcle con otras ramas de la ciencia.

En cuanto a los Modelos Matemáticos son presentados tanto como una herramienta de investigación como de una propuesta didáctica dentro del proceso educativo, haciendo que el Participante, sin mayores esfuerzos puede aventurarse en la creación de sus propios modelos. Al decir de Ubiratan D´Ambrosio, creador de la Etnomatemática, "La Modelización Matemática es Matemática por excelencia. Los orígenes de las

ideas centrales de la matemática son el resultado de un proceso que procura entender y explicar hechos y fenómenos observados en la realidad. La Matemática es Académica desde sus orígenes mediterráneos. Posteriormente ampliada, organizada y criticada durante la Edad Media Islámica y Europea, la Matemática legada por los Griegos se transforma a partir del final del siglo XVIII, en instrumental con el Cálculo Diferencial, creando lo que podríamos llamar la base del Pensamiento Moderno. A partir de allí, las Teorías pueden trabajar con hechos y fenómenos propuestos por la realidad, elaborando Modelos del mundo real. Más o menos precisos, esos modelos, debidamente calibrados y convalidados, permite entender y explicar, con diferente grados de precisión y detalle, esos hechos y fenómenos. ”

Y finalmente la Dinámica de Sistemas; entendemos por *"Sistema"* un conjunto de elementos independientes con interacciones estables entre si. El primer paso para comprender el comportamiento de un sistema será lógicamente definir los elementos que intervienen en el mismo y las posibles interrelaciones que existen entre ellos. El dicho aristotélico de que el todo es más que sus partes cobra aquí un especial significado. La evolución del modelo se realiza sobre la base de la evolución pasada, de las variables denominadas *independientes*, y se aplica la estadística para determinar los parámetros del sistema de ecuaciones que las relacionan con las otras denominadas *dependientes*. Estas técnicas, pretenden determinar el comportamiento del sistema sin entrar en el conocimiento de sus mecanismos internos. El objetivo básico de la Dinámica de Sistemas es llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema.

Contenidos: Cinemática. Leyes de Newton. Modelos matemáticos. Simulación de modelos matemáticos.

Representación matemática. Dinámica de sistemas. Diagrama causal. Diagrama de Forrester. Simulación con software Vensim.

Metodología y evaluación:

Se efectuará una presentación de Mecánica Clásica (Cinemática, Dinámica y Energía Mecánica) junto a problemas clásicos, que podrán ser generalizados a la temática en cuanto a su análisis tratando en forma sistémica a fin de incorporar la simulación de modelos matemáticos como recurso didáctico dentro del proceso enseñanza aprendizaje. Posteriormente se realizará modelos matemáticos en Dinámica de Sistema que pudieran ser analizados en su simulación respecto del comportamiento experimental tradicional. En el estudio de un sistema, tan importante es el análisis, como la síntesis. El énfasis en la síntesis distingue la metodología sistémica de las metodologías científicas más clásicas de análisis de la realidad, en las que se tiende a sobrevalorar los aspectos analíticos por oposición a los sintéticos, mientras que en la metodología sistémica se adopta una posición más equilibrada. Tan importante es el análisis, que nos permite conocer las partes de un sistema, como la síntesis, mediante la cual estudiamos cómo se produce la integración de esas partes en el sistema.

Para el desarrollo de los modelos matemáticos en Dinámica de Sistemas y la simulación de los mismos se empleará el software Vensim. Para la evaluación, se tendrá en cuenta la participación activa, el desarrollo del modelo tanto en la creatividad como en la habilidad, el comportamiento de la simulación obtenida, el análisis del mismo y la interpretación del fenómeno según conclusiones a que arribe.

Bibliografía:

[1] Enrique Claudio. (2004). Estudio Cinemático y Dinámico del Movimiento de un Proyectil. Boletín del Área de Dinámica de Sistemas de la Universitat Politécnica de Catalunya (UPC), y Cátedra UNESCO en la UPC en Tecnología, Desarrollo Sostenible, Desequilibrios y Cambio Global; España. ISSN 1988 7205. http://dinamica-de-sistemas.com/revista/0604b.htm.

[2] Enrique Claudio. (2004). Estudio Energético de los Movimientos Oscilatorios Forzado, Amortiguado, y Armónico. Boletín del Área de Dinámica de Sistemas de la Universitat Politécnica de Catalunya (UPC), y Cátedra UNESCO en la UPC en Tecnología, Desarrollo Sostenible, Desequilibrios y Cambio Global; España. ISSN 1988 7205 http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1204f.htm).

[3] Juárez G.A., Navarro S.I., Chaile M.A. (2003). La Simulación como Recurso Didáctico en la Enseñanza de la Física. Taller Segundas Jornadas de Física y Enseñanza de la Tecnología. FACEN. UNCa.

[4] Juárez G. A., Navarro S.I. (2005). Ecuaciones en Diferencias con aplicaciones a Modelos en Sistemas Dinámicos. Editorial Sarquís. Catamarca.

[5] Martín García J. (2003). Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas. Editorial del autor. Barcelona. España.

[6] Martín García J. (2004). Sysware. Editorial del autor. Barcelona. España

[7] Martín García J. (2008). Ejercicios Avanzados en Dinámica de Sistemas. Editorial del autor. Barcelona. España

[8] Martínez E. (1992). Logarithmic Park: Dinosaurios y sus escalas. Bariloche.

[9] Serway R.A., Faughn J.S. (2001) Física 5ta edición. Editorial Prentice Hall. México.

[10] Tipler P.A., Mosca G. (2005) Física para la Ciencia y la Tecnología. Vol. 2-5° Edición. Editorial Reverté S.A.- Barcelona. España.

Taller TA 5

Olimpíadas de Ciencias Junior

Carola Graziosi; Juan A. Farina.
Colaboradores: Ignacio Tabares; Carlos Silva;
Germán Blesio

Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín". Universidad Nacional de Rosario.
Departamento de Física. Av. Pellegrini 250. 2000. Rosario. Tel (0341) -4802643/44 Int 237.
E-mail: jfarina@ipolitec.unr.edu.ar

Destinatarios:

Docentes de Enseñanza Primaria y Docentes de Física, Química o Biología en el ciclo inicial de Enseñanza Secundario.

Pre-requisitos

Interés en participar en la organización de la Olimpíada Argentina de Ciencias Junior.

Material a ser suministrado por los participantes

Lápiz y papel. Calculadora. Hojas milimetradas y cuadriculadas. Mate y facturas

Cupo:

Mínimo: 12 participantes

Máximo: 25 participantes

Diagnóstico que fundamenta la relevancia del taller

Las actividades científicas extraescolares; Olimpíadas, Ferias de Ciencias, Campamentos Científicos, etc., son una instancia destinada a ampliar el interés de los jóvenes por la ciencia y eventualmente despertar vocaciones científicas.

En ese marco, la Olimpíada de Ciencias Junior se propone esa tarea con alumnos más jóvenes que las otras Olimpíadas, ya que el límite de la participación está a los 15 años cumplidos en el año de la competencia y los contenidos a trabajar involucran a tres disciplinas: Física, Química y Biología.

Esto supone un desafío mayor ya que se debe articular la actividad de docentes de las tres disciplinas que trabajen con alumnos de menor edad; por esto las dificultades a superar son mayores. Por otra parte en general, los Ministerios de las distintas jurisdicciones provinciales tienen algún mecanismo de apoyo para la realización de Feria de Ciencias y, eventualmente, para las demás Olimpíadas aún no hay en ninguna Jurisdicción un procedimiento de apoyo a la Olimpíadas de Ciencias Junior.

Por otra parte la APFA (Asociación de Profesores de Física de la Argentina), fundadora de las Olimpíadas de Ciencias Junior en Argentina, ha tomado con interés prioritario su apoyo a

estas Olimpíadas tanto por el convenio firmado con la Universidad Nacional de Cuyo como por el Proyecto 7 Olimpíadas de Ciencias Junior, cuya coordinación por APFA, está a cargo de la profesora Carola Graziosi, quién a su vez es vicepresidente por América en el Comité Internacional de la Olimpíada de Ciencias Junior.

Esta instancia de encuentro en REF XVIII, conjuntamente con el Taller realizado en REF XVII, en Villa Giardino (Córdoba) y la realizada en Mendoza, durante el desarrollo de la Instancia Nacional correspondiente al año 2010, a la que asistieron Secretarios Locales y Provinciales de APFA, es la única de carácter Nacional que permitiría la capacitación de los docentes para la organización de las actividades locales de esta Olimpíada.

La Olimpíada de Ciencias Junior, al igual que otras Olimpíadas es sustentada económicamente por el Ministerio de Educación de la Nación, a través del programa Nacional de Olimpíadas. Desde 1967 el entonces Ministerio de Cultura y Educación de la Nación promueve la actividad olímpica. En 1998 se crea el Programa Nacional de Olimpíadas por Resolución Ministerial Nº 960 (expediente Nº 3024/98), como una estrategia más de la política educativa. Este Programa actualmente depende de la Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente dentro del ámbito de la Subsecretaría de Equidad y Calidad. También apoyan económicamente la Universidad Nacional de Cuyo, UNR y UNRN, Escuelas y otras instituciones.

Marco teórico y encuadre didáctico

Las actividades científicas y tecnológicas juveniles constituyen alternativas formativas abiertas, flexibles, que recorren nuevos caminos para complementar y enriquecer las experiencias educativas de los niños y los jóvenes desarrollando y aprovechando su curiosidad, creatividad, entusiasmo y talento.

Las actividades están enmarcadas dentro del programa mundial UNESCO, de alfabetización en ciencia y tecnología para todos. En el caso de las Olimpíadas de Ciencias Junior, las mismas son organizadas, en nuestro país por La Universidad Nacional de Cuyo.

El alcance e importancia de la implicancia de los jóvenes en las actividades científicas es invalorable. Contribuye a despertar inquietudes, vocaciones, ideas, al trabajo en equipo, en síntesis a elevar el espíritu humano. Esto es importante no solo para los jóvenes sino para todos los actores que participan en las actividades de ciencia y tecnología: la educación no formal contribuye, sin duda, a la formación de vocaciones.

El taller se encuadra en el Programa Nacional de Olimpíadas que tiene por objetivos:

1. Promover el interés y la participación por parte de alumnos y docentes en una actividad extracurricular.
2. Identificar y difundir experiencias válidas en la enseñanza de las disciplinas.
3. Contribuir a la implementación de innovaciones curriculares en el ámbito de cada una de ellas.
4. Articular el nivel medio con las prácticas universitarias posibilitando espacios de reflexión conjunta.
5. Promover la actualización conceptual, bibliográfica y metodológica de los docentes.

6. Facilitar el intercambio entre docentes de un mismo nivel pertenecientes a una misma jurisdicción y/o distintas jurisdicciones.
7. Brindar a los jóvenes espacios y medios para una formación de equidad y calidad educativa, acorde a sus capacidades y motivaciones personales que los prepare para participar activa y solidariamente en el crecimiento de su comunidad y el desarrollo nacional.
8. Posibilitar el intercambio entre estudiantes de todo el país y entre estudiantes a nivel internacional.
9. Incrementar en los estudiantes prácticas de investigación, experimentación y argumentación.
10. Lograr que los estudiantes a través de la participación en las distintas instancias olímpicas, reconozcan sus capacidades, las valoren y a su vez consideren y respeten las de los otros participantes.
11. Brindar apoyo en la continuidad de los estudios a aquellos jóvenes que demuestren aptitudes y talentos.
12. Lograr a través de la participación en instancias internacionales, el intercambio de conocimientos y metodologías entre los países participantes, los que con posterioridad puedan verse reflejados en las Programaciones anuales de cada Olimpíada.

Objetivos del taller

- Brindar a los docentes las herramientas necesarias para organizar las Olimpíadas de Ciencia Junior en su región, solos o con otros colegas.
- Fortalecer el trabajo interdisciplinario en Física, Química y Biología planteando problemas integradores,

discutiendo y evaluando un conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos de manera interdisciplinar.

- Fortalecer el trabajo experimental y teórico en ciencias naturales, reflexionando sobre su aprendizaje en el espacio extracurricular y su relación con el trabajo de aula.

Contenidos

- Formas de organización de las Olimpíadas de Ciencias Junior en la instancia colegial, intercolegial y nacional.
- Los problemas teóricos en Química, Física y Biología. Su abordaje y resolución.
- Los problemas experimentales en Física, Química y Biología. Formas de realización, elaboración de informes.
- Las preguntas de Opción múltiple y su abordaje por parte de los alumnos.

Actividades

- Expositivas en relación con las características de la Olimpíada Colegial, Intercolegial y Nacional y su organización.
- Taller sobre Problemas Teóricos.
- Taller sobre Problemas Experimentales.
- Análisis y preparación de preguntas de opción múltiple.

Evaluación (requisitos e instrumentos)

Continúa en relación con las actividades realizadas en el Taller.

Bibliografía

Alvarenga B.; Máximo A. (1998) *Física General*. Ed. Oxford University Press.

Atkins Peter; De Paula J. (2008).*Química Física*. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires

Baird, D.C. (1994) *Experimentación. Una Introducción a la Teoría de Mediciones y al Diseño de Experimentos.* Ed: Prentice Hall Hispanoamericana, México.

Blanco A.; Blanco G. (2011) *Química biológica* Ed. El Ateneo. Buenos Aires

Chang R. A. (2010) . *Química*. Ed. MacGraw Hill

Cromer A. (1996) *Física para las Ciencias de la Vida*. Ed Reverté.

Curtis H., Barnes S. (2008). *Biología*. Ed. Médica Panamericana.

Engel T.; Reid P. (2006). *Química Física*. Ed. Pearson Addison Wesley.

Frumento A. (2001) *Elementos de Biofísica*. Ed Mosby/Doyma.

García M. (2008). *Ciencia en todos los rincones. Manual de divulgación en talleres.* Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.

Giancoli D. (2009). *Física para Ciencias e Ingeniería con Física Moderna*. Ed. Pearson Prentice Hall

Hewitt P. (2007) *Física conceptual*, Ed Pearson Addison Wesley.

Hidalgo M. A. (2008) *Laboratorio de Física*, Ed Prentice Hall.

Hidalgo Rivas F. (2003) *Exploración de las contribuciones de las actividades científicas extraescolares en la elección de la vocación científica*. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Cultura Científica y cambio social. Puebla. México.

Ministerio Educación, Ciencia y Tecnología de la R. A.(2007). *40 años 1967-2007. Actividades científicas y Tecnológicas Juveniles Argentinas*. Buenos Aires

Nelson P. (2005) *Física Biológica*. Ed. Reverté.

Oñate Ocaña L.(2009). *Biología*. Ed. Cengage Learning.

Orozco Barrenetxea C. (2005). *Contaminación ambiental. Una visión desde la Química.* Ediciones Paraninfo. S.A.

Pinto Cañón G.; Castro Acuña C.; Martínez Urreaga, J. (2008) *Química al alcance de todos*. Ed. Pearson Alhambra.

Schwedt G. (2009) *Experimentos con productos de supermercado. Química*. Ed. Acribia.

Serway V. (2010) *Fundamentos de Física*. Ed Cengage Learning.

Starr C.; Taggart R. (2008) *Biología. La Unidad y la Diversidad de la vida*. Ed. Cengage Learning.

UNESCO (1979) *Curso para líderes nacionales en actividades científicas extraescolares en América Latina*. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

Páginas web:

www.ijso.net

http://www.uncu.edu.ar/contenido/item/descarga-de-documentos

http://www.uncu.edu.ar/novedad/item/olimpiada-argentina-de-ciencias-junior-2013

Taller TA 6:

Aprender y Enseñar Magnetismo usando Applets

Giacosa, Norah Silvana; Maidana, Jorge Armando; Vergara, María Laura

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones (UNaM).
Félix de Azara Nº 1552. (N3300LQ). Posadas, Misiones. Tel: (+54)-(376)-4447717.
E-mail: norah@correo.unam.edu.ar y/o norahgiacosa@arnet.com.ar

Resumen:

El taller está dirigido a docentes y estudiantes de Física interesados en incorporar recursos tecnológicos al proceso de enseñanza y aprendizaje del Magnetismo. El propósito del taller es difundir y utilizar *applets* relacionados con campos y fuerzas magnéticas. Se espera que la serie de actividades propuestas, integradas a la resolución de problemas de lápiz y papel, habilite a los participantes a diseñar estrategias didácticas posibles de ser transferidas al aula.

Duración: ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: docentes de Física que se desempeñan en Educación Secundaria y/o Educación Superior y estudiantes de carreras que habilitan para la Enseñanza de Física en la República Argentina.

Cupo mínimo de participantes: el que disponga la Comisión Organizadora de la REF XVIII, preferente no menor a diez (10) participantes.

Cupo máximo de participantes: veinticinco (25).

Pre-requisitos para el taller: conocimientos de magnetismo.

Material solicitado a los participantes: calculadora y computadora portátil (no excluyente si se contara con un Laboratorio de Informática).

Objetivos Generales: al finalizar el taller se espera que los participantes sean capaces de:

- Buscar, seleccionar y analizar críticamente *applets* de uso libre en Internet.
- Manejar fluidamente los simuladores de acceso libre utilizados en el taller.
- Elaborar actividades, que incluyan la utilización de *applets* para la enseñanza del Magnetismo, posibles de

ser incorporadas a otras estrategias tradicionales de enseñanza.

Marco teórico y encuadre didáctico:

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), han hecho emerger nuevas prácticas y modos de organización social en el mundo del trabajo, el esparcimiento y la educación. En ésta última, las computadoras e Internet, han revolucionado de manera inédita las formas de acceder y relacionarse con el conocimiento (García Valcárcel, 2009; Candela y Sánchez, 2005).

La incorporación de herramientas informáticas en la enseñanza de Física no es novedosa (Pires y Veit, 2006), de hecho numerosas mejoras, actualizaciones o desarrollos son fruto de las recomendaciones realizadas, luego de explorar sus potencialidades, por docentes que se desempeñan en el área. Muchos recursos mostraron ser un medio apropiado para promover algunas de las competencias profesionales requeridas para desenvolverse con solvencia en la actual sociedad del conocimiento. Si bien sus usos son múltiples, hay una modalidad que posibilita realizar experiencias en entornos virtuales: las simulaciones computacionales

Existen varios tipos de simulaciones, algunas requieren la instalación previa de un *software* determinado en la computadora, mientras otras, denominadas *applets*, se pueden transmitir por Internet y utilizar directamente desde la página Web que las alberga. Los *applets* proveen una variedad de representaciones que son útiles para comprender conceptos, relaciones y procesos físicos. La mayoría de ellos, están diseñados para modificar algún parámetro o variable y observar las consecuencias de dichas alteraciones. En el ámbito de la

enseñanza de Física son una herramienta valiosa que puede resultar de interés en la formación científica, ya que permite validar o rechazar hipótesis de trabajo, elaborar conclusiones provisorias por aproximación y extraer conclusiones finales que posibilitan la construcción de modelos científicos (Kofman, 2004; Esquembre, 2005).

Si bien esta modalidad no sustituye el valor pedagógico de las experiencias reales, en las que el estudiante tiene contacto directo con el equipamiento científico, puede complementarse con otras actividades clásicas de la enseñanza de Física para facilitar el aprendizaje.

Se sostiene que la incorporación de estos recursos en ambientes educativos requiere indefectiblemente de nuevas competencias docentes que sólo se logran, en primera instancia, a través de la capacitación y de una profunda reflexión acerca de su potencial utilidad para promover procesos de construcción de conocimientos científicos; y en segundo lugar, con un uso responsable que posibilite ser considerada por los estudiantes como otras herramientas más para aprender (Marchisio, 2003; Concari *et al.,* 2006).

Contenidos

Contenidos conceptuales:

Eje disciplinar: Fuerza magnética sobre una carga en movimiento. Movimiento de una carga en un campo magnético. Aplicaciones. Fuerza magnética sobre una corriente eléctrica. Torque magnético sobre una espira de corriente inmersa en un campo magnético uniforme. Aplicaciones. Fuentes de campo magnético. Ley de Biot y Savart. Fuerza magnética entre dos conductores paralelos que transportan corriente eléctrica. Ley de Ámpere.

Eje didáctico: Las TIC. Criterios para seleccionar simulaciones computacionales de acceso libre. Ventajas y desventajas de experiencias realizadas en entornos virtuales utilizando *applets.* Incorporación curricular de *software* de simulaciones a las clases de Física.

Contenidos procedimentales:

Identificación y manejo de distintos tipos de fuentes de información. Selección, recolección e interpretación de la información. Categorización de la información obtenida. Confrontación de ideas identificando posturas y criterios personales y ajenos. Formulación de explicaciones procurando claridad y coherencia en los enunciados. Utilización de TIC.

Contenidos actitudinales:

Posición crítica, responsable, cooperativa y constructiva en relación con las actividades en las que participa. Respeto por el pensamiento ajeno y el conocimiento producido por otros. Disposición favorable para debatir sus producciones y revisarlas de modo crítico. Valoración del uso de un vocabulario preciso. Cuidado y uso racional de los materiales de trabajo. Disposición para ampliar y superar permanentemente las ideas que posee. Disposición para reflexionar sobre su propia práctica docente y la importancia de la capacitación y actualización permanente.

Metodología y Evaluación:

Se propone la metodología de trabajo de aula-taller, la cual implica una alternancia dialéctica entre Práctica y Teoría a construir de acuerdo a los intereses de los participantes y la dinámica que se genere en el grupo. Combinará la exposición

dialogada, la resolución grupal de actividades y la puesta en común de procedimientos y resultados. En ésta última, se destinarán momentos al análisis de la factibilidad real de transferencia, adecuación e integración curricular de las experiencias realizadas a otros contextos. Paralelamente se promoverán reflexiones para reconstruir lo actuado, evaluar las formas de abordar, resolver y aprender, propias y de los educandos.

Referencias:

Candelas, F. y Sánchez, J. (2010). Recursos didácticos basados en Internet para el apoyo a la enseñanza de materias del área de Ingeniería de Sistemas y Automática. *RIAII*, *2*(2), pp. 93-101.

Concari, S.; Giorgi, S.; Cámara, C. y Giacosa, N. (2006) Didactic strategies using simulations for Physics teaching. *Current Developments in Technology-Assisted Education*, Vol. III, E-Learning Standards, España pp. 2042-2046.

Esquembre, F. (2005) *Creaciones de simulaciones interactivas en Java*. España: Pearson Educación S.A.

García Valcárcel, A. (2009). Educación y Tecnología Disponible en: <http://web.usal.es/~anagv/arti1.htm> Acceso 6 jul. 2011.

Kofman, H. (2004). Integración de las funciones constructivistas y comunicativas de las NTICs en la Enseñanza de la Física universitaria. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol 17. Nº1. pp. 51-62.

Marchisio, S. (2003) Tecnología, Educación y Nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente. *Revista RUEDA*. Vol. 5. pp.11-21.

Pires, M. y Veit, E. (2006) Tecnologías de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Vol.28 nº2, pp. 241-248.

Bibliografia por ejes

Eje disciplinar

Alonso, E. y Finn, E. (1976) *Física. Vol. II Campos y ondas*. España: Fondo Educativo Interamericano S.A.

Gettys, E.; Keller, F. y Skove, M. (2005) *Física para ciencias e ingeniería. Tomo II.* México: McGraw Hill.

Giancoli, D. (2009) *Física para ciencias e ingeniería con física moderna. Volumen II.* 4ta Ed. México: Pearson Educación.

Halliday, D.; Resnick, R. y Krane, K. (1999). *Física. Vol. 2.* 4ta. Ed. México: CECSA.

Resnick, R. y Halliday, D. (1990). *Física. Parte 2*. 3a. Ed. México: Compañía Ed. Continental, SA..

Serway, R. y Jewett, J. (2009) *Física para ciencia e ingeniería con Física Moderna. Vol. 2*. 7ma. México: Cenage Learning Editores S.A.

Tipler, P. (1993) Física. Tomo 2. 3ra Ed. España: Reverté S.A.

Young, H. y Freedman, R. (2009) *Física universitaria con física moderna. Vol.2.* 12º México: Pearson Educación.

Eje didáctico

Bouciguez, M.; Santos, G. (2010) Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias,* (**7**) 1, pp. 56-74.

Giacosa, N., Giorgi, S. y Concari, S. (2006) La utilización del modelaje computacional en el estudio de los espectrómetros de masa. *Memorias del Segundo Congreso Internacional Educación y TICs.* Salto. Uruguay. 3 y 4 de noviembre. pp. 1-12.

Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2007) Orientaciones para seleccionar applets de uso libre para la enseñanza de la Física. *Memorias del VII Encuentro de la Red de Docentes que Hacen Investigación Educativa - II Encuentro Nacional de Colectivos Escolares y Redes de Maestros que Hacen Investigación desde la Escuela.* Casilda, Santa Fe. 24 y 25 de agosto, pp. 1-7.

Giacosa, N.; Maidana, J., Beck, S. y Von der Heyde, W. (2007) *Análisis de simulaciones de acceso libre para el estudio del ciclotrón. Actas del BTM 2007 2° Congreso Internacional Educación, Formación y Nuevas Tecnologías.* 29 y 30 de junio. Punta del Este-Uruguay, pp. 1-8.

Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2009) Integrando modelos físicos a través del uso de un simulador de instrumentos de mediciones eléctricas*. Revista Educación en Física*. Asociación de Profesores de Física del Uruguay. Uruguay. Vol.7. Nº 8, pp. 45-55.

Giacosa, N. y Giorgi, S. (2009) Análisis crítico de una simulación para el estudio del comportamiento de una partícula cargada en campos eléctricos y magnéticos. *Memorias XVI Reunión Nacional de Educación en Física (REF XVI).* Editorial de la Universidad Nacional de San Juan. APFA. T (**75**), pp. 1-12

Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2009a) Una experiencia didáctica incorporando applets para la enseñanza de los principios físicos del funcionamiento de espectrómetros de masas. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería.* Editorial de la Fundación de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Colección Aportes para la Educación. Año 10. Nº 19, pp. 7-19

Giacosa, N.; Giorgi, S.; Concari, S. (2009b) Applets para la enseñanza del electromagnetismo y la óptica, *Memorias del Tercer Congreso Nacional de Ingeniería Industrial,* Oberá, Argentina, pp. 1-18.

Giacosa, N.; Concari, S., Giorgi, S. (2012) Experimentar con TIC y reflexionar sobre su uso a partir de las apreciaciones de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* (TE&ET). N°8, pp.54-64.

Taller TA 7

Experiencias Didácticas: "Imaginario va a la Escuela"

Scagliotti, Ariel; Flores, Nadia

Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad "Imaginario". Centro Cultural, Universidad Nacional de General Sarmiento. ascaglio@ungs.edu.ar

Resumen:

El presente taller, destinado a docentes de los niveles primario y secundario, tiene como objetivo principal el de divulgar una herramienta y metodología para la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática. El Museo "Imaginario" de la Universidad Nacional de General Sarmiento posee un programa denominado "Imaginario va a la Escuela". Este programa cuenta con valijas didácticas con material de laboratorio para realizar experiencias interactivas diversas en el contexto del aula. El programa cuenta con capacitaciones a docentes que les permite hacer uso del material en sus cursos. Estas capacitaciones han sido adaptadas a formato de taller y replicadas por todo el país en eventos como el que nos convoca. De esta manera, se espera

un intercambio de experiencias con los asistentes a través de la cual dar a conocer nuestra experiencia y enriquecer nuestros métodos.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial

Destinatarios: Docentes en Física o Ciencias Naturales de nivel primario, secundario y superior.

Cupo mínimo de participantes: 5 participantes

Cupo máximo de participantes: 40 participantes

Pre-requisitos para el taller: No son necesarios conocimientos previos específicos, pero sí antecedentes de docencia en materias de Física o Ciencias Naturales.

Material solicitado a los participantes: Útiles de escritura. Diseños curriculares para los cursos de los docentes asistentes (opcional).

Objetivos:

- Promover el acercamiento al conocimiento científico y tecnológico a través de la interacción y la experimentación.
- Fortalecer y ampliar las oportunidades de aprendizaje de la ciencia y la tecnología en las escuelas.

- Desarrollar junto con los docentes, nuevas competencias para la enseñanza participativa de las ciencias.
- Favorecer el dominio y uso en las escuelas de recursos y equipos didácticos que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la tecnología.

Marco teórico y encuadre didáctico:

Los jóvenes no constituyen una categoría homogénea, no comparten los modos de inserción en la estructura social, lo que implica una cuestión de fondo: sus esquemas de representación configuran campos de acción diferenciados y desiguales (Cruz, R.). El diseño de las valijas didácticas que presentamos responden a una doble necesidad: cumplir con los diseños curriculares y resultar atractivas para sus destinatarios.

Si tenemos en cuenta la importancia que se concede a la experiencia en el laboratorio, vemos que se han realizado pocos análisis sistemáticos de los logros que se pueden obtener en el laboratorio de ciencia (Hotson D.). Es importante analizar los Trabajos Prácticos de Laboratorios desde un punto de vista objetivo, para utilizarlos luego con un mayor criterio.

En la etapa de familiarización con el mundo natural, el trabajo de banco resulta esencial. Puede que quizá sea el único modo de experimentar directamente muchos de los fenómenos y los hechos que aborda la ciencia. Es lo que Woolnough y Allsop (1985) llaman "acostumbrarse a los fenómenos" y White (1979,1991) describe como desarrollar "conocimiento episódico" o "recopilaciones de eventos".

Planteamos a este taller como, además de una forma de transmitir nuestra metodología de trabajo, una oportunidad de

realizar actividades de intercambio con otros docentes acerca de los Trabajos Prácticos de Laboratorios y discutir diferentes opciones para cumplir con los mismos objetivos en el aula cuando no se cuenta con un laboratorio equipado.

Contenidos:

Los contenidos están organizados y secuenciados de forma de llevar adelante una actividad de intercambio con los docentes asistentes.

Se comienza con una introducción de los programas y actividades del Museo "Imaginario", así como también de su metodología. Luego se presentan las valijas didácticas, junto con sus ejes temáticos y su contenido.

Antes de comenzar con el desarrollo de los Trabajos Prácticos de Laboratorios, se cita y discute un texto de Hotson como una reflexión crítica de los Trabajos Prácticos de Laboratorios.

1.0. Museo "Imaginario". Metodología de "Imaginario va a la Escuela".

1.1. Valiciencia. Objetivos y fundamentos.

1.1.2. Valijas didácticas. Valijas de: Ondas, Electromagnetismo, Mecánica y Astronomía. Ejes temáticos y objetivos.

2.0. Trabajos prácticos de laboratorio (TPL). Análisis crítico.

3.0. Desarrollo de TPL.

3.1. TPL en Ondas. Ondas estacionarias. Ondas mecánicas. Interferencia.

3.2. TPL en Electromagnetismo. Electroestática. Electrodinámica. Magnetismo.

3.3. TPL en Mecánica. Caída de los cuerpos. Sistemas oscilantes. Máquinas simples.

3.4. TPL en Astronomía. Instrumentos ópticos. Óptica geométrica. Dinámica de cuerpos celestes.

Metodología:

La siguiente propuesta de taller consiste en una jornada de trabajo de 8 horas con profesores de Física y/o Ciencias Naturales. En todas las instancias se utilizará un soporte visual con presentaciones en Power Point.

La jornada de trabajo se repartirá de la siguiente manera:

- Introducción y presentación del programa
- Discusión con el grupo de asistentes acerca de los TPL, basada en el texto "Hacia un enfoque más crítico el Trabajo de Lab." (Hodson, D.)
- Presentación de los materiales incluidos en las valijas didácticas.
- Actividad de intercambio:
    - Se proponen objetivos a cumplir en el contexto del aula y se pide a los asistentes que redacten actividades en función de los materiales presentes en las valijas. Para ello, se contará con un tiempo para que los asistentes utilicen el material.
    - Luego se realizan, de forma demostrativa, las actividades de "Imaginario va a la Escuela" que buscan cumplir esos objetivos.
    - Finalmente, se realiza una puesta en común vinculando las ideas redactadas por los asistentes

al taller con las actividades demostrativas realizadas.

Evaluación:

Para que un asistente acredite el taller propuesto, debe presenciar las exposiciones y entregar la redacción de actividades.

Bibliografía

HODSON, D. "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". En Enseñanza de las ciencias, 1994, 12 (3), 299 – 313.

Diseños curriculares de los niveles que interesen a los participantes.

HEWITT P.G., "Física conceptual"; Pearson 1999.

"Biología para pensar. Interacciones, diversidad y cambios en los sistemas biológicos". Ed. Kapelusz Norma. 2008.

TIPLER P. A. "Física". Editorial Reverté (1994).

Taller TA 8:

Sinfonia del Universo

Borcodch, Melina; Nieva, José Eduardo

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCa. melina_bordcoch@hotmail.com

Resumen:

Albert Einstein (1916) publicó su famosa Teoría de la Relatividad General (RG) que describe cómo el espacio-tiempo se ve afectada por la masa y viceversa. La interacción gravitatoria se propaga con velocidad finita (velocidad de la luz), así pues, cuando el campo gravitatorio de un objeto dado cambia, se producen ciertos ¨pliegues¨ o inhomogeneidades en el espacio-tiempo que se propagan por él. A este fenómeno denominamos *Ondas Gravitacionales.* Por medio de la experiencia del sistema de aprendizaje tutorial (taller), realizaremos un tratamiento a nivel elemental de la física de las ondas gravitacionales no requiriendo un conocimiento previo de la teoría de RG. Mediante el uso de diversos recursos didácticos se pretende diseñar una unidad didáctica para la enseñanza del tema en el nivel medio.

Duración: Ocho (8) horas reloj.

Destinatarios: Docentes pertenecientes al área Física. Alumnos cursando alguno de los dos últimos dos años de las carreras de Física.

Cupo: El número mínimo de participantes sugerido será de 12, y el máximo de 24.

Pre-requisitos: En términos generales el grupo de participantes en base a ciertas pautas y funcionamiento consensuadas y orientadas al cumplimiento del objetivo, deberán poseer conocimientos generales de la Teoría de la Gravitación de Newton y Electromagnetismo.

Material Solicitado: Los participantes deberán traer el material usual para tomar apuntes y en lo posible contar con una computadora personal (ej. Netbook del programa Conectar-igualdad).

Objetivos Generales:

1. Profundizar el estudio en el área de la Física Teórica.
2. Propiciar el trabajo en equipo.
3. Favorecer la creatividad y la participación.
4. Desarrollar la imaginación y el espíritu de investigación.
5. Favorecer al desarrollo de destrezas y habilidades.

6. Propiciar el interés y el acercamiento a temas científicos, para dotar a los Docentes y estudiantes de mejores armas intelectuales que ayuden a comprenderla mejor, en esencia y alcances.

Objetivos Específicos:

1. Comprender el fenómeno de las Ondas Gravitacionales (OG) en el contexto de la Relatividad General
2. Entender las características y propiedades de las OG.
3. Incorporar herramientas didácticas provechosas para la descripción del fenómeno de las OG
4. Describir en forma simple y precisa las OG.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico

En el ámbito de la Teoría de la Relatividad General el espacio y el tiempo conforman un continuo. La masa produce una curvatura del espacio-tiempo. Ese es un punto central de la teoría. La masa (esférica) estática del Sol produce la curvatura de la geometría fuera de ella. El movimiento de masa (no esférica, no uniforme) es la fuente de los pliegues del espacio-tiempo curvo, que se propaga alejándose a la velocidad de la luz. Esos pliegues propagándose en la curvatura del espacio-tiempo (equivalente a las ondas de agua propagándose en un estanque) son las llamadas *Ondas Gravitacionales*.

Hay muchas fuentes importantes de ondas gravitacionales en el Universo, sistemas binarios de estrellas, supernova, colapsos de agujeros negros y el big bang son todos ejemplos. La Ondas Gravitacionales proveen una ventana para explorar esos fenómenos astronómicos es decir cualitativamente diferentes de cualquier banda del espectro electromagnético-

rayos-X, luz visible, infrarrojo, u ondas de radio. El acoplamiento débil con la materia hace de las ondas gravitacionales sean difíciles de detectar pero también hace de ellas interesantes astrofísicamente. Una vez producidas, es poco absorbida.

Contenidos:

1. Breve revisión de la Teoría de la Gravitación de Newton.
2. Introducción a la Teoría de la Gravitación de Einstein (RG) y Ondas Gravitacionales.
3. Introducción a la detección de OG.

Metodología y Evaluación:

El presente taller está diagramado para dictarse en ocho horas reloj. Se comenzará con una presentación general del taller detallando todos los contenidos y actividades a realizar. Seguidamente se abordará punto a punto los contenidos comenzando con una breve exposición de la Teoría de Gravitación Newtoniana y continuando con la presentación de la Teoría de la Relatividad general y de la Teoría de las Ondas Gravitacionales y su detección, alternando la presentación en diapositivas con la exposición de situaciones experimentales (reales o de pizarrón), videos explicativos y actividades interactivas. Al término de la explicación de cada tema, se propiciará un espacio para la realización de preguntas, consultas e incluso debate y discusión de ideas entre los asistentes al taller entre sí.

La evaluación consiste en la resolución satisfactoria de un cuestionario a resolver en forma grupal, basado dicho cuestionario tanto en el material escrito de este taller como de la exposición oral del mismo (diapositivas ppt, videos documentales, etc).

Bibliografía:

Hacyan S. (2000) Relatividad para Principiantes, Colección la Ciencia desde México, Fondo de Cultura Económica, México.

Landau L. y Rumer Y. (1986). Que es la Teoría de la Relatividad, Editorial MIR (Moscu); Ed. 8va.

Lazkoz R. y Valiente Kroon J.A. (2003). Ondas Gravitatorias, Rev. Mex. Fís. 49 (4) 384-390.

National Research Council (US) Committee on Gravitational Physics (1999) Gravitational physics: exploring the structure of space and time, National Academies Press.

Penrose R. (2006) Lo grande, lo pequeño y la mente humana, Ediciones Akal.

Thorne Kip S. (2002). Agujeros Negros y tiempo curvo (El escandoloso legado de Einstein), HUROPE, S.L., Recaredo,2, 08005 Barcelona.

Taller TA 9

Luces y Sombras en la Formación de Imágenes Analógicas y Digitales

Capuano, Vicente Conrado; Bigliani, Juan Cruz

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. vcapuano@com.uncor.edu

Resumen

La "Formación de Imágenes", mirada desde los conceptos e ideas que proporcionan la óptica geométrica y la óptica física, es uno de los temas de Física en el cual son moneda corriente, innumerables curiosidades y paradojas. Intentaremos explicarlas y complementaremos el estudio indagando sobre las características de las imágenes, involucrando en la explicación las características del ojo y de la imagen. Abordaremos la Formación de Imágenes analógicas y digitales, caracterizando los sensores que captan las imágenes y la calidad de la imagen que se imprime en un papel, que se proyecta sobre una pantalla o que se observa en la pantalla de un televisor, teniendo en cuenta la agudeza visual del observador. Como estrategia didáctica, utilizaremos el

"Aprendizaje Basado en Problemas" y la "Práctica Experimental", como fuente de conflictos cognitivos. En síntesis, tanto la teoría como la práctica (experimental o de papel y lápiz) estarán orientadas a la resolución de problemas.

Duración. Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios. Docentes de Física de los niveles medio, terciario y básico universitario. También pueden participar alumnos de los últimos cursos de profesorado y de la universidad.

Cupo mínimo de participantes: 12 (doce) docentes.

Cupo máximo de participantes: 40 (cuarenta) docentes.

Pre-requisitos para el taller.

Estimamos que si se trata de docentes que se desempeñan en los niveles medio, terciario y/o básico universitarios, en cualquiera de las disciplinas del Área Ciencias Naturales o del Área Matemática, acreditarán una formación académica que garantiza los prerrequisitos necesarios para abordar el curso. No se requieren conocimientos previos sobre temas relacionados con la óptica y con la visión en los seres vivos.

Material solicitado a los participantes. Papel cuadriculado (10 hojas); papel milimetrado (10 hojas); un cuaderno de 24 hojas para tomar notas; lápices de colores; regla y escuadra; transportador; fotos e imágenes en general (pueden ser

ilustraciones de folletos, revistas y/o diarios. Calculadora Científica. PC portátil (no obligatoria).

Objetivos

- Transferir de manera integrada, los conceptos de la disciplina Física que caracterizan las imágenes y los conceptos de las disciplinas Física y Biología, involucrados en el fenómeno de la visión.
- Proporcionar información sobre un conjunto de experimentos sencillos, con el propósito de que se puedan incorporar a la práctica docente en los distintos niveles del sistema educativo.
- Proponer situaciones problemáticas cotidianas, reales y abiertas, con el propósito de dar sentido a los conceptos transferidos.
- Implementar un enfoque constructivista del tema, como una propuesta que los docentes también puedan utilizar en sus clases.
- Examinar los preconceptos que usualmente presentan los alumnos y los docentes sobre los temas tratados en este taller, y discutir distintas estrategias para lograr el cambio conceptual.

Marco teórico y encuadre didáctico. Metodología de trabajo.

El encuadre del Taller está orientado al aprendizaje sobre la base de la resolución de problemas y del desarrollo de experimentos sencillos. Se planteará el conflicto cognitivo, a través de preguntas en un cuestionario que el docente deberá

responder. Luego avanzará en el desarrollo del taller, y finalmente responderá nuevamente el cuestionario y analizará sus respuestas iniciales.

Con el planteo de preguntas iniciales y de algunos experimentos sencillos, se intentará disparar la atención en relación con el tema.

Contenidos.

- Ángulos medidos en grados y radianes.
- Las lentes convergentes y la formación de imágenes.
- Agudeza visual de los seres vivos. El órgano de la visión. El poder de resolución del ojo. Algunos criterios. El contraste.
- Distancia mínima de visión distinta. El poder de acomodación.
- Sobre composición de imágenes.
- Imágenes discretas e imágenes analógicas.

Metodología y Evaluación.

Como Teoría de Aprendizaje utilizaremos la del "Aprendizaje Significativo" de Ausubel y enseñaremos a partir de lo que el alumno ya sabe. Complementaremos la realización de experimentos, con la presentación de diapositivas con cañón electrónico, el planteo de problemas abiertos y la discusión de sus soluciones. Finalmente, cerraremos el Taller con un debate general sobre la totalidad de las problemáticas planteadas.

Como evaluación utilizaremos la "formativa", que se nutrirá con la información obtenida por el comportamiento de los docentes de cara a las distintas actividades planteadas.

Bibliografía:

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. y HANESIAN, H., 1996, *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 9a. ed. traducida al español, Editorial Trilla, México, 623 p.

HECHT, E., 1975. Óptica. Thomson Editores. México.

KANE, J. y STERNHEIM, M., 1998. *Física*. Editorial Reverté, Segunda Edición. Páginas: 795.

KOKMAN, H., (2005). Nuevos contenidos y metodologías con NTICs en la Enseñanza de la Física. *Revista de Física de La Argentina (FCEFyN –UNC) Número extraordinario*. pp 20-27.

PESA, M., 1999. *Concepciones y Preconcepciones referidas a la Formación de Imágenes.* Revista de Enseñanza de la Física, vol 12 Nº 1. pp. 13-46.

POZO, J. y GÓMEZ CRESPO, M., 1998. *Aprender y Enseñar Ciencia*. Editorial Morata, Madrid, 331p.

SAMPALLO, G. y MESA, S., (2006). La cámara digital en el estudio del movimiento. *Memoria del V Congreso Argentino de Educación en la Ingeniería..* Mendoza. pp 527-534.

TOLEDO, B., ARRIASSECO, I. Y SANTOS, G., 1997. *Análisis de la transición de la Física clásica a la relativista desde la perspectiva del "cambio conceptual"*. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 15, Nº 1; pp. 79-90.

Taller TA 10:

Algunos aportes de la didáctica de las ciencias al aula de física de secundaria.

González, E.[1]; Menoyo, D.[2]; Salas, C.[3]

1: GECyT. FaMAF. UNC. edumgonza@yahoo.com.ar.

2: IES "Simón Bolivar". alejmenoyo@gmail.com.

3: Colegio San José Secundario SRL. carlosgustavosalas@gmail.com.

Resumen:

En el presente taller se propone, mediante el análisis, debate y reelaboración de situaciones concretas de enseñanza, efectuar una mirada crítica y reflexiva de la práctica docente. Para materializarla, se emplearan trabajos prácticos de laboratorio, resolución de problemas de papel y lápiz e introducción de conceptos.

Los temas de la Física que se abordarán en el taller serán; mecánica y electromagnetismo. Si bien existe la necesidad de circunscribir y acotar la temática para facilitar su tratamiento, se considera que la metodología propuesta puede

aplicarse a cualquier tópico del currículum de física en la escuela secundaria.

La estrategia u orientación didáctica del taller será la de tratamiento de situaciones problemáticas de interés. Se tomarán en cuenta los enfoques CTSA y la posible utilización de las TICS.

Tomando actividades que se utilizan actualmente en el aula, se las examinaran a la luz de distintas estrategias de enseñanza, analizando ventajas y desventajas de los abordajes propuestos. Para su valorización se utilizarán instrumentos y/o grillas de análisis tomados de la investigación educativa. El formato de taller facilitará recuperar las sugerencias y experiencias de los participantes para la elaboración de prácticas superadoras.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Profesores de física de nivel medio.

Cupo mínimo de participantes: 10.

Cupo máximo de participantes: 40.

Pre-requisitos para el taller: ninguno.

Material solicitado a los participantes: traer guías de laboratorio, problemas de lápiz y papel y/o material de

introducción de conceptos de los que utiliza habitualmente en el aula. Se recomienda traer una notebook.

Objetivos:

a) sacar a la luz las concepciones de enseñanza aprendizaje, generales y específicas, que subyacen a las actividades presentadas y,

b) acercar a los docentes algunos resultados de la investigación educativa en ciencias y reflexionar sobre su posible utilidad en el aula.

Marco teórico y encuadre didáctico:

Se utilizarán enfoques socioconstructivistas de enseñanza aprendizaje.

Contenidos:

Preconcepciones sobre el trabajo científico y sobre la enseñanza de las ciencias. Programas guías de actividades. Distintos modelos de enseñanza aprendizaje.

Metodología y Evaluación:

Se trabajará en grupos a través de actividades, proponiendo debates, elaboración de propuestas y puestas en común. La evaluación consistirá en la reelaboración (en pequeños grupos) de una de las actividades de enseñanza tratadas.

Bibliografía:

1. Gil D, Macedo B, Martínez Torregrosa J, Sifredo C, Valdés P, Vilches A. ¿Cómo promover la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 A 18 años. OREALC/UNESCO. (Santiago de Chile: 2005). Capítulo
2. Fernández P, González E y Solbes J, 2005 Desde los corpúsculos de luz al efecto fotoeléctrico. Una propuesta de enseñanza discutiendo modelos. Revista Enseñanza de la Física, Volumen 18 (1), pp. 69-80.
3. Solbes J. Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 2009, 6(1), pp. 2-20.

Taller TA 11:

La Práctica Experimental asistida con el Uso de Recursos Tecnológicos

Nieva, Viviana[(1)]; Watkins, Marcelo[(1)];
Romero, Evangelina[(2)]; Leguizamón, Guillermo[(1)]
y Bistoni, Silvia[(2)]

1: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCa. viviananieva2004@yahoo.com.ar
2: Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa

Resumen

El trabajo en el aula en la Nueva Escuela Secundaria redefine el rol del profesor como facilitador del aprendizaje. En este contexto se ve la necesidad de plantear nuevas metodologías en el aula orientadas a desarrollar destrezas necesarias para utilizar nuevos instrumentales, construir materiales didácticos y fortalecer las competencias pedagógico-técnicas, en la modalidad que combina la práctica experimental tradicional con la virtualidad. La incorporación de nuevas metodologías de trabajo en el laboratorio favorecerá la adopción de modelos constructivos en la física por parte de los profesores.

Este taller tiene por finalidad fortalecer destrezas y valorar la integración de diferentes recursos didácticos y tecnológicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se realizarán prácticas experimentales tradicionales integradas con data logger gráfico, equipo de de adquisición de datos y simulación numérica. La incorporación de recursos tecnológicos en el laboratorio permite optimizar el procesos enseñanza-aprendizaje de los fenómenos de transferencia de calor.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Docentes de nivel medio y terciario.

Cupo mínimo de participantes: 12

Cupo máximo de participantes: 20

Pre-requisitos para el taller:

Los asistentes del taller deben tener conocimientos previos de:

- Conceptos básicos de fenómenos de transferencia de calor
- Conceptos básicos de circuitos eléctricos

Material solicitado a los participantes: netbook o notebook.

Objetivos

- -Fortalecer destrezas en el dominio de herramientas metodológicas y técnicas, como alternativa didáctica en la práctica experimental.
- -Valorar la integración de diferentes recursos didácticos y tecnológicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Marco teórico y encuadre didáctico

La integración de los recursos tecnológicos en el laboratorio depende de la mediación pedagógica de los educadores, sus propios conocimientos y formas de gestionar el aprendizaje de los estudiantes a través de los recursos disponibles en su centro educativo y su comunidad. También depende de la producción y disponibilidad de estos recursos (software, aplicaciones creativas, guías, fichas metodológicas, instrumentos de mediciones, etc.) como material de apoyo a los profesores y de las opciones estratégicas de la currícula de física.

Según los requerimientos actuales del sistema educativo argentino, la utilización de recursos tecnológicos en las clases experimentales posibilita complementar la tarea en el trabajo experimental, integrando el trabajo experimental convencional en laboratorios con computadoras o laboratorios virtuales, modelizado y simulaciones.

El uso de estrategias metodológicas que incluyan sensores paramétricos, data logger y la modelización de fenómenos físicos-químicos son excelentes herramientas pedagógicas para la enseñanza de las ciencias experimentales que permiten desarrollar actividades que posibilitan compartir reflexiones sobre diferentes contenidos orientados al análisis de

situaciones problemáticas; en este caso relativas a procesos de transferencia de calor.

Contenidos

- Fenómenos de transferencia de calor
- Modelado y simulación con planilla de cálculo y métodos numérico.

Se realizarán las siguientes experiencias:

- Medición de temperaturas en una barra maciza por un método no estacionario.
- Medición de temperaturas en una caja aislada, con generación de calor en su interior.

Metodología

Se realizará clase teórico-experimental donde se abordarán los contenidos propuestos. Las prácticas experimentales tradicionales se integrarán con recursos tecnológicos para adquisición automática, tratamiento y análisis de datos.

Se compararán los resultados empíricos obtenidos de las experiencias con los simulados.

Evaluación

- Evaluación del desempeño durante las experiencias de las prácticas experimentales.
- Seguimiento de las intervenciones, en laboratorio, diseñada específicamente para este taller.
- Observación de actividades y experiencias que se realicen durante el desarrollo del taller.

Bibliografía:

DUFFIE, J.A.; BECKMAN, W.A. (1980) Solar Ingeeneering Oftermal Processes. Editorial John Wiley and Sons.

HEWITT, P. (2007) Física Conceptual. Pearson-Addison Wesley. México.

HIDALGO, M. y MEDINA, J. (2008) Laboratorio de Física. Ed Pearson-Prentice Hall. España.

MAIZTEGUI, A y GLEISER, R. (2000) Mediciones de Laboratorio, Talleres gráficos de José Solsona, Córdoba, Argentina.

MARON, M. y LÓPEZ R. (1988). Análisis Numérico, un enfoque práctico. *Compañía Edit. Continental S.A*. México

MINISTERIO DE EDUCACION DE LA REPUBLICA ARGENTINA. (2007) LEY 26.206. LEY DE EDUCACIÓN NACIONAL.

Taller TA 12

Modelización y Competencias Experimentales en la Nueva Escuela Secundaria

Martínez, Juan Manuel[(1)]*; Rocha, Adriana Leticia*[(2)]

1: Dpto. de Física, Facultad de Ingeniería, Sede Esquel, UNPSJB.
Instituto Superior de Formación Docente Nº 804, Esquel. juanmanuelesquel@yahoo.com.ar
2: Dpto. de Profesorado. Facultad de Ingeniería, Sede Olavarría, UNCPBA

Resumen:

A primera vista suele asociarse la modelización en Física con una actividad típicamente teórica y anclada a la Matemática. Sin embargo, en el desarrollo de esa competencia subyacen capacidades que proveen "caminos de encuentro" entre el mundo de las ideas y la realidad que se pretende comprender. En el campo de la enseñanza, estas capacidades, integradas en otras competencias asociadas a la enseñanza de la Actividad Experimental, pueden constituir una forma de "dialogo" y creación de conocimientos escolares que caracteriza especialmente al aprendizaje de la Física. El desarrollo de competencias en la educación secundaria requiere formación de los docentes para encarar la modernización de sus prácticas,

relacionándolas con la sociedad local; ya que es en el marco de la institución formadora y su entorno donde los estudiantes desarrollan competencias y las ponen en juego. Por ello, este taller tiene como objetivos, por un lado, producir reflexiones sobre la noción de competencias, imaginando instrumentos de intervención didáctica y evaluación coherentes con ella. Por otro lado, revalorizar y resignificar modos diferentes de aproximación a la construcción de Modelos Físicos, a través de la Actividad Experimental, que incluyan a docentes y alumnos en el proceso de creación de conocimiento científico, a nivel escolar.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial

Destinatarios: Docentes de nivel secundario en ejercicio y alumnos de Profesorados Universitarios o No Universitarios.

Cupos: Mínimo = 8 (dos grupos de cuatro) y Máximo = 24 (seis grupos de cuatro)

Pre-Requisitos: Se docente o estudiante activo de los niveles especificados.

Material Solicitado a Participantes: Si es posible neetbook para explorar sitios y software específico y producir informes. Traer guías de trabajo experimental que hayan elaborado o utilizado en sus clases o espacios de formación docente.

Objetivos:

- ✓ Revalorizar, resignificar e iniciarse en modos diferentes de aproximación a la construcción de Modelos Físicos, a través de la Actividad Experimental, que incluyan a docentes y alumnos en el proceso de creación de conocimiento científico, a nivel escolar.
- ✓ Producir reflexiones sobre la noción de competencias en entornos experimentales y sus implicancias para la enseñanza de la Física en el nivel secundario, imaginando instrumentos de intervención didáctica y evaluación pertinentes.
- ✓ Analizar aquellas actividades experimentales que aporten los participantes, desde una visión de aprendizaje como desarrollo de competencias basadas en modelización.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico:

Estando en la actualidad bastante cuestionada la idea "simplista" de que las teorías científicas se elaboran a partir de la observación de los hechos naturales, cobra importancia el rol que juegan los modelos cuando se encara la enseñanza de una disciplina experimental como la Física, respaldada por la robustez de la matematización. Podemos decir, con buena aproximación, que los modelos son construcciones teóricas, representaciones cognitivas (elaboradas por la mente), con las cuales se trata de explicar la realidad. Desde este punto de vista, el modelo se construye "sobre" la realidad y no "a partir" la realidad. A su vez, las teorías científicas siempre se refieren a modelos y no a la realidad misma. Esto quiere decir que las teorías científicas no tienen como referentes directos a los hechos de la naturaleza, sino más bien a los modelos simplificados de esos hechos. En las disciplinas experimentales, a diferencia de la matemática, los

modelos deben, en todos los casos, ser contrastados o factibles de contrastar con los datos empíricos. Por lo tanto se deben acordar criterios y desarrollar competencias tanto para elaborar modelos contrastables, cuanto para decidir cuando un modelo es una buena representación conceptual de la realidad que se está queriendo indagar.

Específicamente, la Física utiliza modelos con base matemática para expresar sus teorías y realizar predicciones de los hechos reales. En estos modelos pueden concebirse por lo general cuatro componentes características que implican capacidades a integrar en la competencia de modelización: la *nominalizació*n es una habilidad que permite la representación de la realidad mediante símbolos, ecuaciones, funciones y expresiones algebraicas para analizar la evolución de los sistemas estudiados dando carácter predictivo y explicativo a los modelos desarrollados; la habilidad de *atribuir y diferenciar variables* está relacionada con la capacidad de discriminar el fenómeno de interés en sistema y entorno, reconocer la o las interacciones que se establecen, diferenciar entre estados y procesos, cambio y permanencia, transformación y conservación; la capacidad de plantear y resolver ecuaciones, se relaciona con las competencias de las personas para imaginar, postular y predecir situaciones posibles en base a las condiciones de contorno presentes y las *interpretaciones,* que tienen que ver con la transformación de los resultados numéricos, esto es expresar qué significados y sentido tiene en la realidad un determinado resultado teórico.

Si vinculamos estas ideas con la de Actividad Experimental[1], se establece entonces una estrecha relación entre la teoría y la práctica, vinculada con la competencia de

[1] Entendida como una amalgama de acciones típicas de las prácticas científicas, que tienen como meta producir y profundizar un conjunto de vínculos entre los modelos que sustentan los cuerpos teóricos y la realidad (eventos, objetos) que intentan describir y explicar.

modelización y otras propias de dicha actividad. Las capacidades para establecer dicha relación tienen que ver con capacidades integradas en competencias por medio de las cuales se observa contextualmente la realidad. En ámbitos profesionales específicos como la formación docente y el ejercicio en las aulas, estas competencias presentan características propias y es necesario evaluarlas para que logren un desarrollo adecuado y coherente con el contexto disciplinar de la Física. Este encuadre pretende por un lado, superar posturas didácticas basadas en concepciones espontáneas respecto a la actividad experimental[2] y, por otro lado, es coherente con la posibilidad de desarrollar en los alumnos capacidades formativas más adecuadas integradas en áreas de competencias, dirigidas a proporcionarles un bagaje cultural, científico y emocional que les facilite desarrollarse profesionalmente de manera autónoma.

Contenidos:

Modelos y realidad. Modelos para la enseñanza y el aprendizaje de la Física: estructura heurística, funciones y alcances.

La modelización en el contexto escolar. Visiones de Mundo.

Modelización de eventos reales, en el marco de la Ciencia Escolar

Estructura heurística y sistematizada del Trabajo experimental

Concepto general de Competencia.

[2] Por ejemplo, considerarlo un conjunto de reglas mecánicas de acción - condición que hay que programar en la cabeza de los estudiantes y que se ejecutan sin fallos.

Áreas de Competencias asociadas a la Actividad Experimental.

Desarrollo de Competencias Experimentales y su evaluación.

Metodología Y Evaluación:

Bajo la modalidad de taller, se realizaran en los encuentros actividades individuales y grupales de reflexión, debate, intercambio de experiencias y elaboración de criterios para llevar a cabo el desarrollo y evaluación de las competencias explicitadas, focalizando sobre los contextos experimentales áulicos de los participantes. Se recurrirá, entre otras técnicas, a: debates plenarios, enseñanza directa y modelizaciones posibles en el contexto escolar, durante situaciones experimentales sencillas durante el taller.

La evaluación se desarrollará teniendo en cuenta:

Requisitos: Asistencia a ambos encuentros y realización de las actividades propuestas por los organizadores del taller.

Instrumentos: todas las producciones realizadas por los docentes durante el desarrollo del taller y los aportadas por el equipo de docentes responsables.

Bibliografía:

Martínez, Juan M. y Pérez, Beatriz (2012), *Modelo Físico y Realidad,* UNPSJB-ISFD 804, Esquel, CHUBUT. (Inédito)

Justi, Rosária (2011) *Las concepciones de modelo de los alumnos, la construcción de modelos y el aprendizaje de las ciencias*, en Didáctica de la Física y la Química, Caamaño, A. y otros, pp. 85-103, Ed Graó, Barcelona

Martínez, Juan M. (2012), *Herramientas heurísticas y pensamiento científico,* UNPSJB–ISFD 804, Esquel, CHUBUT. (Inédito)

Tenaglia, M., Bertelle, A.; Martínez, J. M.; Rocha, A., Fernández, M., Lucca, G., Bustamante, A., Dillon, M. y Distéfano, M. (2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la Actividad Experimental. Revista Iberoamericana de Educación, Boletín 56/1 - 15/7/11, 1-14. Extraído el 10/08/11, de www.rieoei.org/expe/3367Tenaglia.pdf

Gimeno Sacristán, José (comp.) (2008) *¿Educar por competencias ¿qué hay de nuevo?* (1ª edición), Ediciones Morata, Madrid.

Rocha, A.; Martínez, J. M.; Tenaglia, M. y Bertelle, A, (2005). Algunos avances sobre la determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. Actas: *1º Jornadas Nacionales en didácticas específicas "La formación docente y la investigación en Didáctica Especial*. Bs. As. Argentina.

Izquierdo, M. (2007) Enseñar Ciencias, una nueva ciencia, Ens. Cs. Soc.,6, 125-138.

Taller TA 13

La Tierra Como Cuerpo Cósmico. Una didáctica para integrar forma-gravedad-iluminación.

Camino, Néstor[1]; Ferreira, Flávia Polati[2]

1: Complejo Plaza del Cielo, CONICET-FHCS UNPSJB. nestor.camino@speedy.com.ar

2: Instituo de Física, Universidade de São Paulo Brasil.

flavia.polati.ferreira@usp.br

Resumen

Se trabajará sobre tres aspectos esenciales para imaginar y conceptualizar a la Tierra y nuestro lugar en ella: la forma del planeta, la gravedad terrestre y el estado de iluminación del globo en tiempo real. Buscaremos fomentar que los docentes participantes generen acciones didácticas concretas para incorporar estos temas en las aulas, fortaleciendo la construcción de la propia identidad y de una visión dual sobre el entorno natural astronómico: desde la posición topocéntrica y desde el espacio exterior. Los fundamentos teóricos se originan

en los trabajos de investigación de los responsables del Taller, que se trabajarán con especial énfasis con los participantes.

La Hipótesis propuesta es: "*la integración de las características forma-gravedad-iluminación perceptibles en nuestra vivencia del planeta Tierra no tiene aún una didáctica satisfactoria en la práctica educativa real*".

Como Objetivos, planteamos los siguientes: "*Que los docentes participantes tomen conciencia de la interrelación activa entre forma-gravedad-iluminación para el planeta Tierra, resignificando sus vivencias de fenómenos y observaciones cotidianas*"; "*Discutir las concepciones previas sobre la Tierra como un cuerpo cósmico en los trabajos de investigaciones*" y "*Discutir propuestas didácticas concretas para cada situación de práctica docente real*".

La Metodología es la de Taller, con observaciones y demostraciones al aire libre.

Duración

Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial, en dos bloques de cuatro (4) horas reloj.

Destinatarios

Docentes de todos los niveles del sistema educativo y estudiantes de profesorados.

Cupo Mínimo de Participantes: Diez (10).

Cupo Máximo de Participantes: No más de cuarenta (40) participantes.

Pre-Requisitos para el Taller: Ninguno.

Material Solicitado a los Participantes: Ninguno.

Objetivos:

- Que los docentes participantes tomen conciencia de la interrelación activa entre forma-gravedad-iluminación para el planeta Tierra, resignificando sus vivencias de fenómenos y observaciones cotidianas.
- Discutir las concepciones previas en general sobre la Tierra como un cuerpo cósmico en los trabajos de investigaciones.
- Discutir propuestas didácticas concretas para cada situación de práctica docente real.

Marco Teórico

En apretada síntesis, los referenciales teóricos básicos que utilizaremos serán: Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, Moreira), Didáctica de la Astronomía (Camino), Investigación educativa de tipo cualitativa interpretativa (varios), Visiones de mundo asociadas a los aspectos astronómicos forma-gravedad-iluminación (Camino-Polati Ferreira).

Encuadre Didáctico

La propuesta metodológica de Taller está de acuerdo con un concepción activa de la Didáctica de la Astronomía,

sostenida en una relación coordinadores-participantes solidaria y de acompañamiento en el proceso que viviremos todos durante esta actividad de corta duración, valorizando las visiones de mundo de cada participante, resignificando algunos aspectos y fortaleciendo otros, con el fin de aportar elementos nuevos que posibiliten comprender los fenómenos astronómicos asociados a la Tierra y al lugar de cada observador sobre ella de un modo más actual y complejo, lo que traerá significativos cambios en la práctica educativa real de cada participante.

Contenidos

Forma de la Tierra; Gravedad terrestre; Iluminación de la Tierra; Esfera lisa; Globo Terráqueo Paralelo; Fenómenos astronómicos cotidianos.

Criterios de Selección y Organización de los Contenidos

Los contenidos han sido seleccionados a partir de dos criterios básicos: la **relevancia en los aspectos de investigación educativa en Didáctica de la Astronomía** referidos a los aspectos en los que se focalizará el Taller (forma de la Tierra, estado de iluminación y gravedad terrestre), y la importancia en cuanto a la **construcción de una secuencia didáctica rigurosa y potencialmente generadora de aprendizajes significativos** en los distintos niveles de la escolarización formal.

Metodología

Se trabajará a partir de una metodología de Taller, con discusiones activas en pequeños grupos y plenario, con presentaciones en PowerPoint, uso del pizarrón, interacción con

modelos concretos y con observaciones fuera del aula en especial sobre estados de iluminación y demostraciones sobre gravedad.

Actividades Propuestas

Se proponen las siguientes actividades:

- Síntesis de un relevamiento de ideas previas, con personas que no estén en el Taller, de los contenidos esenciales del mismo, y posterior análisis y discusión.
- Observación a cielo abierto del estado de iluminación de una esfera lisa.
- Análisis de las posibilidades de trabajar sobre la gravedad.
- Construcción, utilización y crítica didáctica de un Globo Terráqueo Paralelo
- Integración de los conceptos de forma-gravedad-iluminación.
- Discusión sobre las potencialidades didácticas de las actividades y propuesta general del Taller.
- Reflexión sobre la propia práctica y la incorporación de lo trabajado en el Taller en la acción concreta que cada participante esté desarrollando o haya proyectado desarrollar a futuro.

Evaluación

La evaluación consistirá en el seguimiento del grado de compromiso y actividad de cada participante durante el desarrollo del Taller y de la presentación de un breve informe final, a modo de ensayo, con el fin de comprender de qué

manera el Taller ha contribuido a la comprensión y reflexión de los temas tratados por parte de los docentes.

Proyección de Logros de los Objetivos a partir de la Evaluación

Si bien es casi imposible intentar proyectar una evaluación del logro de los objetivos propuestos en un Taller de tan corta duración, con participantes que serán seguramente de todo el país, es sin embargo posible pensar en que una satisfactoria proyección de logros sería la siguiente:

- Los docentes participantes han tomado conciencia de la importancia de incorporar en su práctica cotidiana aspectos relacionados con la forma, la gravedad y el estado de iluminación de la Tierra, lo que nos han hecho saber a los Coordinadores a través de mails, compartiendo sus primeras experiencias.
- Los docentes han realizado experiencias con sus estudiantes, en especial durante los equinoccios y solsticios, construyendo Globos Terráqueos Paralelos, esferas lisas y secuencias sobre la gravedad local, siendo asistidos por los Coordinadores, a distancia o en forma presencial.
- Asimismo, los docentes participantes han establecido un contacto entre ellos, compartiendo sus experiencias, sus pruebas, sus dudas, etc., conformando de alguna manera, informal, un grupo de discusión sobre estos temas "novedosos" en su práctica cotidiana.
- Los Coordinadores hemos aportado en reiteradas oportunidades comentarios, sugerencias, materiales, etc., y hemos orientado trabajos, secuencias didácticas, y es posible que hayamos sugerido líneas de

investigación para proyectos noveles en Institutos y otras instituciones en las que la investigación es una realidad emergente.

- Aún más ambicioso, sería ideal que los Coordinadores llegaran a orientar o al menos a sugerir acciones dentro de futuros estudios de postgrado de alguno de los participantes, ya sea de Maestría y de Doctorado, en los temas del Taller, dado que no existen muchos especialistas en estos temas en nuestra región.

Bibliografía de Referencia Mínima

1. CAMINO, N. *Génesis y evolución del concepto de gravedad: construcción de una visión de universo*. 2006. 240 f. Tese (Doctorado en Ciencias de la Educación). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
2. FERREIRA, F. P.; LEITE, C. O planeta Terra no ensino de Astronomia: um olhar sobre as atividades dos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo. In: *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC)*, Campinas – SP, 2011.
3. LANCIANO, N. Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 1989.
4. LANCIANO, N.; CAMINO, N. Del ángulo de la geometría a los ángulos en el cielo: Dificultades para la conceptualización de las coordenadas astronómicas acimut y altura. *Enseñanza de las Ciencias*, v.26, n.1, 2008.
5. LEITE, C. *Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia*. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
6. LEITE, C. *Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
7. NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, v. 63, n. 1, p. 83-93, 1979.
8. NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, v. 60, n. 4, p. 535-550, 1976.

Taller TA 13:

Incorporación de recursos multimediales en propuestas de aprendizaje potencialmente significativas.

Culzoni, Cecilia Mercedes; Alegre, Laura Raquel.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rafaela. ceciliaculzoni@gmail.com

Resumen

Las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) aplicadas a la enseñanza de las ciencias no se utilizan todavía en forma generalizada en la escuela secundaria y en la universidad. Es necesario discutir de qué modo las incorporaremos para propiciar aprendizajes significativos, desde un marco constructivista de orientación socio cultural. Este taller se propone recuperar, seleccionar y valorar objetos de aprendizaje, recursos educativos abiertos ya disponibles en Internet, y software para realizar actividades colaborativas con la finalidad de incorporarlos en diseños didácticos específicos. Nuestra hipótesis de trabajo es que cambiando el rol docente hacia una función de guía del proceso de aprendizaje, de

problematizador de la realidad que incorpore las TICS como recurso fundamental en la construcción de saberes es posible lograr un mayor interés de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. Nuestra experiencia nos demuestra que este mayor interés se traduce en mayor comprensión de los contenidos, mejores notas en las evaluaciones y mejor desempeño. El objetivo de este taller es diseñar una propuesta didáctica de física que pueda propiciar aprendizajes significativos y que incorpore recursos multimediales de uso libre.

Destinatarios

Los destinatarios de este taller son profesores de la Escuela Secundaria y de niveles básicos de la Universidad. También puede estar destinado a estudiantes del Profesorado de Física.

Cupo mínimo: 6 inscriptos.

Cupo máximo: 20 inscriptos.

Pre-requisitos

Los inscriptos a este taller deberán tener un manejo básico de informática. Uso de Internet, correo electrónico, utilitarios como Word, saber guardar archivos.

Material Solicitado a los participantes

Sería conveniente que cada participante lleve su notebook o netbook con el programa JAVA instalado y actualizado y dispositivos de memoria extraíble (pen drive) y

algunos diseños didácticos que utilice habitualmente en sus clases. Si es posible traer este archivo http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf impreso.

Objetivos

Diseñar una unidad didáctica que propicie aprendizajes significativos incorporando como recursos fundamentales materiales multimedia disponibles en Internet.

Objetivos particulares:

- Analizar el nuevo rol docente.
- Discutir el uso de TICS en el aula.
- Rediseñar unidades didácticas con un enfoque del aprendizaje significativo.
- Incorporar a los diseños los recursos multimediales.

Marco teórico y encuadre pedagógico

Es necesario discutir de qué modo incorporaremos las TICS en la educación para propiciar aprendizajes significativos, desde un marco teórico constructivista de orientación socio cultural. Este taller se propone recuperar, seleccionar y valorar recursos educativos abiertos ya disponibles en Internet, y software para realizar actividades colaborativas con la finalidad de incorporarlos en diseños didácticos específicos.

La disponibilidad de las netbooks en las escuelas posibilita la utilización de este tipo de recursos, que necesitan de la pedagogía para poder constituirse en herramientas que posibiliten aprendizajes significativos. Basados en lo que Marco Antonio Moreira ha denominado "Unidades Educativas Potencialmente Significativas (UEPS)" se propone concretar este planteo pedagógico usando recursos multimediales. Videos,

simulaciones computacionales, laboratorios virtuales, software para realizar mapas conceptuales, para producir historietas, y muchas herramientas más están al alcance de todos. Es necesario tener en cuenta las condiciones tecnológicas con las que se dispondrá en las clases, conexión a internet, disponibilidad de PC o netbook, cañón proyector, pizarra digital, sensores y placas de adquisición de datos, etc. a fin de planificar adecuadamente las clases. Por lo tanto es necesaria una planificación pedagógica teniendo en cuenta una disponibilidad tecnológica, de modo que una se apoye en la otra y se potencien mutuamente. La tecnología por sí misma no es suficiente, sino que necesita ser aprovechada desde diseños didácticos que la optimicen.

Contenido

- **El rol docente** en la educación actual: de una educación centrada en el docente a una educación centrada en el alumno. "Abandono de la narrativa y aprender a aprender críticamente". (3)
- **Propiciando aprendizajes significativos**, rediseño de unidades didácticas. En este caso se utilizará el modelo de UEPS desarrollado por Moreira en la REF XVII, Córdoba 2011 y disponible en http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf
- **Las simulaciones computacionales** constituyen herramientas muy interesantes para la solución de problemas, la experimentación virtual, promocionar el trabajo autónomo y en equipo y motivar a los alumnos el interés por las ciencias. "La función pedagógica de la Simulación tiene mucho en común con el rol de la experimentación, cuyo valor apreciamos enormemente en la Física." (2)

- **¿Cómo insertamos simulaciones computacionales y software de aplicaciones en los diseños didácticos?** "El papel de los materiales educativos en un enfoque como éste suele ser, en primer lugar, "disparador", provocador: que ayude a mirar la realidad y a poner en común los conocimientos y concepciones previas, que problematice y ponga en debate esa realidad, esos conocimientos y concepciones. Para ello serán útiles, también materiales que transmitan información nueva, conocimientos que el grupo no posee. Pero buscarán que estos conocimientos puedan también ser comprendidos críticamente." (1)

Metodología y Evaluación:

Se adoptará una metodología en consonancia con la que se presenta en el taller, basada en el estudiante, propiciando la participación activa de todos los integrantes. Se privilegiará la aplicación práctica de los contenidos en un ambiente de aprendizaje colaborativo. Los asistentes al taller tendrán que diseñar una propuesta didáctica que incluya el uso de algún recurso multimedia (simulaciones, laboratorios virtuales, software específico) que esté relacionada con sus áreas de trabajo, como evaluación final. Estas propuestas serán compartidas con los demás integrantes del taller.

Referencias bibliográficas

1. Kaplún Gabriel. 2005 "Aprender y enseñar en tiempos de internet" OIT. Cinterfor. Montevideo. http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/kaplun. pdf)
2. Kofman, Hugo 2000. Revista de educación en Física, Vol 6, pag. 13 - 22 Uruguay http://www.fiq.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modelos.pdf
3. Moreira, 2010. Conferencia pronunciada en el II Encuentro Nacional de Enseñanza de Ciencias de la Salud y del Ambiente, Niterói, RJ, 12 a 15 de mayo de 2010 Disponible en http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoesp.pdf

Taller TB 1:

Indagacion Científica Escolar

Rubinstein, Jorge[1]; Calderon, Silvia E.[2]

1: Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Humanidades, jrubinstein@unsam.edu.ar

2: Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Humanidades, scalderon@unsam.edu.ar

Resumen

El diseño y desarrollo de procesos de indagación científica escolar es un contenido incluido en todos los planes de estudio de nivel medio de física.

Los procedimientos característicos del trabajo científico escolar son contenidos de enseñanza y por lo tanto deberían planificarse, enseñarse y ser evaluados.

¿Qué intervenciones didácticas y cómo podemos desarrollarlas para que los alumnos realicen actividades de observación, exploración y experimentación, y demás contenidos inherentes al trabajo científico escolar? ¿Es imprescindible el uso del laboratorio escolar para aprender dichos contenidos?

En este taller desarrollaremos ejemplos de secuencias escolares para el nivel medio utilizando material tradicional y TICs. Al realizar los diferentes experimentos, se discutirá y analizará lo hecho haciendo un proceso de metacognición que permita extrapolar lo trabajado a otros temas de enseñanza.

Duración: 8 horas reloj

Destinatarios: Profesores de física de nivel medio y alumnos de los últimos dos años del profesorado de Física

Cupo mínimo: 10 (diez)

Cupo máximo: 20 (veinte)

Pre-requisitos: ninguno para los destinatarios

Material solicitado a los participantes: Tester; netbook o notebook; cámara fotográfica y cable para conexión a PC; materiales para graficar manualmente (papel milimetrado, regla, lápiz, etc.)

Objetivos

- Realizar diseños experimentales para dar solución a problemas físicos escolares
- Desarrollar el trabajo experimental propuesto
- Reflexionar acerca de la propuesta didáctica para la enseñanza de procedimientos científicos escolares

Marco teórico y encuadre didáctico

La enseñanza de nivel secundario está siendo observada desde distintos aspectos. Los contenidos que se enseñan, la organización y dinámica escolar, los aprendizajes logrados por los adolescentes y la formación de los docentes son algunas cuestiones que se analizan con la intencionalidad de lograr una mejor formación de los jóvenes.

La física escolar, no escapa a la crítica tanto de parte de los alumnos como de los docentes, los padres y los científicos. Nuestra propuesta consiste en realizar aportes sustentados en la didáctica de la física con la intensión de mejorar las prácticas educativas.

El supuesto es que la incorporación de recursos más o menos costosos tal como laboratorio de bajo costo, laboratorios escolares sofisticados o las netbooks por sí mismos no mejorarán la enseñanza de la física pero si lo harán el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje de calidad pedagógica. ¿Qué elementos tendrán que tener las buenas prácticas educativas? Consideramos que el aprendizaje escolar es un proceso donde el alumno construye conocimiento a través de actividades aprendiendo a resolver situaciones problemáticas en colaboración con otros compañeros. Se trata de un proceso de reconstrucción de significados que cada individuo realiza en función de su experiencia en una situación dada.

Por otra parte, cuando se pregunta a un profesor de física acerca de las diferentes actividades que considera necesarias para una enseñanza de física de calidad, ninguno dudará en incluir las actividades experimentales. Sin embargo, si se pregunta a los alumnos qué actividades hacen los profesores

para que ellos aprendan, es probable que muchos no incluyan en la respuesta las actividades de laboratorio.

Ante esta situación lo primero que podemos cuestionarnos es si es necesario y qué utilidad tiene incluir actividades experimentales para enseñar física. Para responder tendremos que considerar cuál es el modelo didáctico que consideramos adecuado para enseñar, pues la respuesta a *qué pueden aprender los estudiantes al realizar los trabajos prácticos* será diferente según el paradigma de enseñanza supuesto.

Andrés, Pesa y Moreira en "Actividad experimental en física" 2006 [Citado en Andrés M.M. "Visión acerca de la actividad experimental construida en cursos de laboratorio desde el campo conceptual. Actas I-CIECyM.] dicen al respecto " *Considerando los Trabajos de Laboratorio para los cursos de física como una actividad de investigación que se dispara por una situación problemática, encontramos que los contenidos teóricos y experimentales asociados a ella, se activan en una permanente interdependencia. El proceso de resolución implica una compleja actividad cognitiva que hemos analizado para poder mediar el aprendizaje"*

Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje puede lograrse a través de la actividad de preguntarse y elaborar respuestas, resolver situaciones problemáticas y trabajar colaborativamente con los pares.

En particular, el diseño y desarrollo de procesos de indagación científica escolar es un contenido incluido en todos los planes de estudio de nivel medio de física que requiere de actividades específicas de enseñanza para que el alumno vaya construyendo conceptos físicos y una visión adecuada de la ciencia. Los procedimientos característicos del trabajo científico

escolar son también contenidos de enseñanza y por lo tanto, se planifican, se enseñan y se evalúan.

Contenidos

- Planificación didáctica con el laboratorio escolar como recurso.
- Intervenciones didácticas para el desarrollo de procedimientos científicos escolares.
- Utilización de Tic en los procesos de indagación científica escolar.

Metodología y evaluación

El taller se propone con una modalidad teórico experimental, donde a partir de ejemplos se pueda discutir cómo enseñar procesos tales como el diseño y realización de actividades de observación, la recolección, registro y procesamiento de datos, el análisis y la discusión de resultados, la elaboración y comunicación de conclusiones en actividades de exploración y experimentación, y con soporte en simulaciones.

En la primera jornada de trabajo se desarrollarán tales procesos a partir de un mismo tema de física utilizando sucesivamente material concreto de laboratorio y simulaciones. La evaluación se hará a partir de la discusión de los resultados y conclusiones.

En la segunda jornada se realizarán nuevamente diseños y desarrollos de procesos experimentales y de simulación de tantos temas de física como grupos se constituyan en el taller. La evaluación se realizará nuevamente a partir de las exposiciones de cada grupo y de la discusión final.

Bibliografía

Andrés, M.M (2011) *Visión acerca de la actividad experimental construida en cursos de laboratorio desde un campo conceptual*. Actas I-CIECyM. p 37-41

Núcleos de aprendizaje prioritarios (NAP- NES) Ciencias Naturales- biología- física- química. (2012) Consejo Federal de Educación

Hodson D, (1994) *Hacia un enfoque más crítico de los trabajos de laboratorio*. Enseñanza de las Ciencias. V12 n 3 p. 299- 313

Taller TB 2:

Taller de Óptica Digital

Vincitorio, Fabio Miguel[1]; Budini, Nicolás[2]; Mulone, Cecilia[3]

1: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná. E4. fisicaelectronica@frp.utn.edu.ar

2: UTN Reg. Paraná. CONICET.

3: UTN Reg. Paraná.

Resumen.

La óptica es una de las ramas de la física que en los próximos años mostrará importantes avances tecnológicos. Esto se debe en gran medida a la masificación de la producción de láseres de estado sólido, hecho que ha traído aparejada la consiguiente reducción de costos y una real facilidad de acceso a los mismos.

La combinación entre los láseres de bajo costo, las comunicaciones digitales, la velocidad de acceso a la web y los

sistemas de registro de imágenes propone una verdadera revolución tecnológica a gran escala, donde la enseñanza no puede quedar excluida.

El presente taller pretende servir de introducción a la aplicación de estas nuevas tecnologías volcadas hacia la enseñanza de la física y, en particular, hacia la enseñanza de la óptica, que estuvo muy limitada en el pasado en cuanto a los recursos disponibles para la realización de prácticas de laboratorio. En el presente, con la aplicación de medios digitales se dispone de todo un nuevo mundo de posibilidades para la transferencia de conocimientos tanto conceptuales como empíricos.

Medir la luz mediante el uso de cámaras CMOS o CCD, utilizando fuentes de luz coherentes, y reproducir cada una de las experiencias de la óptica física es el objetivo específico más relevante de esta propuesta.

Duración.

Tal como lo establece la organización, el taller se desarrollará a lo largo de 8 horas reloj distribuidas de la siguiente manera:

- Contenidos teóricos de física, láser y tecnologías para el procesamiento de imágenes: 3 horas.
- Experiencias de laboratorio utilizando elementos ópticos, sistemas digitales, computadora personal y evaluación: 5 horas.

Destinatarios:

Profesores de enseñanza media, superior y universitaria.

Cupo mínimo de participantes.

Se plantea para la realización del curso un cupo mínimo de 6 (seis) participantes.

Cupo máximo.

Se plantea un cupo máximo de 25 (veinticinco) participantes.

Prerrequisitos para la realización del taller y material solicitado a los participantes.

Será necesario contar con instalaciones de laboratorio donde se pueda montar un banco óptico (con posibilidad de oscurecimiento), tener alimentación de red disponible para múltiples computadoras. Los métodos audiovisuales y de laboratorio serán provistos por los disertantes.

Los participantes deberán conocer programas de PC relacionados con el manejo de imágenes fotográficas digitalizadas, conocer las operaciones de transporte de las imágenes entre diferentes programas (cortar, pegar, insertar), poseer conocimientos elementales de óptica geométrica y física, contar con una computadora portátil y una cámara digital cada dos participantes (podrán utilizarse teléfonos celulares con cámara como elemento alternativo siempre que permitan conexión a PC).

Objetivos.

Este taller tiene como objetivo transmitir una base de conocimientos que permita a los formadores de las nuevas generaciones establecer los lineamientos de la evolución de la tecnología basada en óptica.

Para esto se plantean una serie de objetivos particulares, tendientes a introducir a los participantes desde los conocimientos básicos de óptica hasta las más avanzadas técnicas de diagnóstico y visualización.

Se tomará como objetivo inicial realizar un repaso de la teoría de los fenómenos de la óptica física, introduciéndose los conceptos básicos de la óptica de Fourier.

Un segundo objetivo será brindar una actualización sobre la tecnología de los láseres de estado sólido.

El tercer objetivo será el de enseñar a medir con el uso de imágenes digitales los fenómenos de la óptica física (difracción, interferencia y polarización).

El cuarto objetivo pretende implementar prácticas de laboratorio en las cuales puedan usarse los conocimientos transmitidos en los objetivos precedentes.

Como objetivo final se buscará transferir los conocimientos divulgativos más importantes acerca del estado actual de la tecnología en óptica.

La evaluación de la actividad desarrollada en el taller será un objetivo particular para los disertantes, buscándose de esta manera encontrar un mecanismo de autoevaluación.

Marco teórico y encuadre didáctico

La óptica es una de las ramas de la física que en los últimos 10 años ha evolucionado notablemente hacia aplicaciones tecnológicas cada vez más avanzadas. Como ejemplo de esto podemos tomar la evolución de las cámaras fotográficas, que han pasado de utilizar una película fotosensible para el registro de las imágenes (con la consiguiente complicación de tamaño y proceso de revelado) a la adquisición electrónica o digital instantánea de las imágenes (sobre un chip con dimensiones del orden del milímetro) en un período extremadamente corto. Los últimos avances en nanotecnología permiten avizorar un mundo "óptico" muy diferente al actual, en el cual las comunicaciones, los mecanismos de reproducción de imágenes, el almacenamiento de información y por consiguiente la forma de transferir conocimientos se verán ciertamente revolucionados.

En este panorama de constante evolución, los conocimientos relacionados con la óptica lineal y la óptica física, con los cuales nos hemos formado durante años, resultan totalmente insuficientes. Para poder dar una mínima explicación divulgativa del cómo y el porqué de muchas de las tecnologías con las cuales ya convivimos, deberemos hacer un esfuerzo un poco mayor en la adquisición de nuevos conocimientos.

Por otra parte, la enseñanza práctica de la óptica ha sido formal y limitada a una serie de experiencias establecidas antaño, donde los métodos de medición sólo permitían alcanzar los límites inferiores de la precisión.

En este taller se busca transferir información tanto teórica como práctica, mediante la utilización y el conocimiento de nuevas tecnologías, medir lo que antes resultaba imposible, para demostrar al estudiante, de una manera más atractiva, la relación entre la experiencia y el conocimiento teórico.

Finalmente se presentarán las últimas tendencias de la tecnología en óptica, desde el ámbito de la medicina hasta en el de la industria del entretenimiento, mediante una serie ejemplos ilustrativos.

Contenidos.

Los contenidos propuestos para el presente taller quedan definidos en el siguiente índice:

Conceptos teóricos

1. Introducción.
2. Óptica física, repaso de los principios generales de interferencia, difracción y

polarización.

3. Coherencia – ¿es interferencia?
4. Óptica de Fourier – aspectos generales para entender mejor los fenómenos.
5. Láseres de estado sólido, ¿qué son los punteros?, ¿cómo funcionan?, ¿dónde comprarlos?

Prácticas de laboratorio (trabajo de campo con evaluación)

1. Cómo usar la cámara para medir distancias, colores e intensidades.
2. La experiencia de la doble rendija de Young -- ¡En formato digital!
3. Digitalizando la difracción por una abertura ¿simple?

4. Polarización ¿Malus tenía razón? – Con una cámara lo ponemos a prueba.

Óptica aplicada

1. Holografía fotográfica y holografía digital.
2. Los moduladores espaciales de luz o SLM (spatial light modulator).
3. El futuro de la comunicación.
4. Speckle – Caos – Hongos y Frutillas.
5. Cierre.

Metodología y evaluación.

Tal como se detalló anteriormente, el taller se dividirá en dos partes. La primera de ellas será el repaso teórico de los contenidos generales de óptica. De esta manera se introducirán conceptos un tanto profundos como los de la óptica de Fourier. El dictado de estos conceptos será oral, utilizándose medios audiovisuales para una mayor capacidad de transferencia de conocimientos. Se tiene prevista una duración de tres horas durante la primera jornada. Para la segunda parte, se plantea la realización de prácticas de laboratorio que finalizarán con las evaluaciones. Se llevarán a cabo en total cuatro experiencias. La primera experiencia, a desarrollarse el primer día, tendrá como objetivo mostrar la metodología que será aplicada durante la segunda jornada.

Durante la segunda jornada, y por un lapso de 3 horas, se llevarán adelante cada una de las experiencias restantes. En las mismas se deberán obtener los datos necesarios para confeccionar los informes de evaluación. Los participantes

deberán utilizar sus cámaras digitales para obtener imágenes de los patrones, que serán posteriormente procesadas. De las fotografías obtenidas se deberán obtener perfiles de intensidades y relacionarlos con los arreglos geométricos correspondientes. Con estos datos de buscará cuantificar la longitud de onda de la fuente de luz, el tamaño o separación de las aberturas, las intensidades relativas, etc.

Finalmente, se realizará una presentación en conferencia de los últimos adelantos tecnológicos relacionados con la luz y con las principales aplicaciones de la óptica de Fourier.

Bibliografía.

El material bibliográfico sobre el cual se sustenta la realización del presente taller se enumera a continuación:

a) R. Resnick, D. Halliday, K. Krane. *Física* – 5º edición (2008). Grupo editorial Patria México.

b) W. Lauterborn, T. Kurz, M. Wienenfeldt. *Coherent Optics*. *Fundamentals and Applications*. Springer, Germany (1995).

c) P. Hariharan. *Optical Holography Principles, techniques and applications.* 2nd edition (1996). Cambridge.

d) U. Schnars, W. Jueptner. *Digital Holography*. 1st Edition (2005). Springer.

e) Vincitorio Fabio, Budini Nicolás, Mulone Cecilia, Feyre Carlos, María Paula Fiorucci, Ana Jesús López Díaz, Ramil Rego Alberto. Dynamic Laser Speckle applied to the analysis of maturation process of irradiated fresh fruits. SPIE Proceedings of "Speckle 2012: V International Conference on Speckle Metrology". PAPER NO. 8413-33. TRACKING NO. SPE12- SK100-33 – ISSN 0277-786X – ISBN 978081940902.

f) Nicolás Budini; Cecilia Mulone; Fabio M Vincitorio; Carlos Freyre; Ana J López Díaz; A Ramil Rego Two simple methods for overall determination of mobility in dynamic speckle patternsEnviado 27/12/2012 -Aceptado a publicación 18/05/2013 en la revista Optik de Elsevier.

g) W. Osten, M. Wilke, G. Pedrini. Remote laboratoris for optical metrology: from de lab to the could. SPIE Proceedings of "Speckle 2012: V International Conference on Speckle Metrology". PAPER NO. 8413-0H. TRACKING NO. SPE12-SK100-33 – ISSN 0277-786X – ISBN 978081940902.

h) M del Socorro Hernández Montes, S. Muñoz Solís, F Mendoza Santoyo 3D digital holographic interferometry as a toolto mesurethe tympanic membrane motion. SPIE Proceedings of "Speckle 2012: V International Conference on Speckle Metrology". PAPER NO. 8413-1A. TRACKING NO. SPE12- SK100-33 – ISSN 0277-786X – ISBN 978081940902.

i) T. Bodendorfer, R. Restreopo, T Belenger, A.W. Koch. Application of saptial light modulators in speckle interferómety SPIE Proceedings of "Speckle 2012: V International Conference on Speckle Me-trology". PAPER NO. 8413-0C-1. TRACKING NO. SPE12-SK100-33 – ISSN 0277-786X – ISBN 978081940902.

Taller TB 3:

¿Por qué el cielo es azul?

San Roman, Sergio[1]; Welti, Reinaldo[2]

1: Tecnología Educativa S.A., Córdoba

2: Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería, Rosario

Resumen

Vamos a trabajar sobre la luz, los colores y la visión, conceptos que están implícitos en esta cuestión. Se examinarán también las respuestas que se ha dado a esta pregunta, desde la antigüedad hasta nuestros días. Todavía en 1862, se calificaba el color y la polarización de la luz del cielo como los dos grandes enigmas de la meteorología. La explicación del cielo azul está vinculada con muchos descubrimientos, que tuvieron un efecto contundente en el desarrollo de la ciencia. Basta recordar que a partir de esos intentos nació uno de los campos más importantes y amplios de la física contemporánea: el estudio de la dispersión (scattering). Contribuyó también con una de las pruebas decisivas sobre la existencia de los átomos y la validez de la teoría cinética de los gases.

Este taller estará apoyado por numerosos trabajos experimentales que incluyen entre otros: reflexión, refracción, polarización, interferencia, difracción, el efecto Tyndall, espectroscopía, medición del espectro de la radiación solar directa y difusa, utilización de filtros, visión tricromática de los colores, etc.

Analizaremos también los colores de las nubes, del sol, del amanecer y el atardecer, del cielo nocturno y sobre cómo se ve la Tierra desde el espacio exterior.

Destinatarios: Estudiantes del profesorado de física, profesores del nivel terciario, profesores de física del ciclo básico universitario.

Cupo de participantes: mínimo: 10, máximo 25.

Pre-requisitos para el taller: Se recomienda leer parte de la bibliografía.

Material solicitado a los participantes: Optativo: traer una máquina fotográfica digital

Objetivos

El objetivo de este taller es explorar, no solo la historia que está detrás de los intentos para explicar el color del cielo y mostrar la sutileza de los fenómenos físicos involucrados sino, además, destacar algunos aspectos de la evolución de los conceptos básicos de la física relacionados con la naturaleza de la luz. En particular, la explicación contrapuesta de la refracción

de la luz por parte de la teoría corpuscular de Descartes-Newton y de la teoría ondulatoria de Huygens y la importancia del experimento de Foucault que decide esta contradicción. Asimismo, la formulación de Young del principio de interferencia para la luz, que permite medir no solo la longitud de onda de la luz mediante el experimento de la interferencia por dos ranuras, sino también explicar los resultados del experimento conocido como los anillos de Newton. También la explicación de la difracción de la luz por parte de Fresnel, basada sobre las teorías de Huygens y Young, así como el fenómeno de la doble refracción a través del cristal de Islandia que obligó a cambiar el modelo ondulatorio basado sobre las ondas sonoras longitudinales por otro que admitía que la luz era una onda transversal. Se trata, además, la formulación de Maxwell de su teoría electromagnética, donde sugiere que la luz es una onda electromagnética con sus campos eléctricos y magnéticos perpendiculares a la dirección de propagación y el aparente triunfo de la teoría ondulatoria de la luz sobre la corpuscular, basada en los experimentos de Foucault y la teoría electromagnética de Maxwell. Por último, se observa el resurgimiento, a comienzos del siglo XX, del problema de optar entre corpúsculos y ondas, esta vez, sin embargo, de una manera más intrincada y profunda.

Desde el punto de vista conceptual se descubrirá que una gran diversidad de fenómenos "diferentes" como la reflexión, la refracción, la transmisión y la difracción de la luz son todas consecuencias del fenómeno de scattering y la interferencia.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico

Se pretende despertar el interés del participante enriqueciendo la historia de la explicación del color del cielo con una gran diversidad de experiencias de laboratorio y con cálculos estimativos de las magnitudes que se consideran (por ejemplo: intensidad de la radiación solar sobre la superficie de la tierra, potencia emitida por el sol, espectro de la radiación solar difusa, etc.). Utilizaremos el "argumento" de la explicación del color del cielo, para conducir a los asistentes a conectarse con actividades específicas relacionadas con este fenómeno del mundo real. Esto proporciona también una incitación para que los asistentes desarrollen sus propias conjeturas e investigaciones, que pueden completarse aún después de finalizado el taller. La participación activa en las prácticas que vamos a desarrollar les permitirá también alcanzar una mayor valoración de los temas que estaremos estudiando. En todo momento se subrayará que la base de los conocimientos de la física se encuentra en la sutil interrelación entre el experimento y la teoría.

Contenidos

Teoría.

Los colores desde los griegos hasta el renacimiento. Los colores en el inicio de la "revolución científica". El modelo corpuscular y el modelo ondulatorio de la luz. Las experiencias que volcaron las preferencias hacia uno de estos modelos. Polarización de la luz. Experiencia de Tyndall. Teoría de Rayleigh. Scattering Rayleigh y el scattering Mie. Luz dispersada por la atmósfera. El scattering no es ni reflexión ni transmisión. La reflexión, refracción y transmisión de la luz es scattering. Difracción por moléculas y difracción por partículas. El espectro

de la radiación solar sobre la superficie de la Tierra. El espectro de la radiación solar difusa. La visión del color. Teoría tricromática. El azul del cielo. Los otros colores del cielo. Los colores de las nubes. La Tierra vista desde el espacio exterior. Luminancia del cielo en el horizonte y en las cercanías del sol. ¿Por qué vemos a la luna a través del cielo azul durante el día?

Experimentos en el laboratorio.

Se realizarán experimentos relacionados con los siguientes temas: Leyes de Snell. Polarización por reflexión. Difracción por una ranura. Experiencia de Young. Medición de la longitud de onda. Difracción por un conjunto ordenado de aberturas y por un conjunto de aberturas distribuido al azar. Medición de la polarización de la luz dispersada por la atmósfera. Experimentos de Tyndall. Medición del espectro de una fuente luminosa. Lámpara de tungsteno. Utilización de filtros. Variación del color percibido. Medición del espectro de la radiación solar directa y la radiación solar difusa. Teoría tricromática del color.

Los participantes van a tener a su disposición, un mes antes del inicio del taller, la versión online del libro: "*La explicación del azul del cielo: una aventura del pensamiento*" y los manuales de uso y los videos de los equipos experimentales que se utilizarán en el Taller. Se recomienda al participante la lectura previa de este material para poder destinar las 8 horas del taller a una productiva discusión de las experiencias realizadas y como nos ayudan a construir los conceptos que nos permiten explicar el azul del cielo y las teorías acerca de la luz.

Evaluación.

Los participantes deberán elaborar una propuesta para desarrollar tres o más trabajos prácticos de laboratorio (TPL) con los equipos disponibles, expresando en forma clara los objetivos y la modalidad de los mismos. Estos TPL cubrirán por lo menos el 50% de los contenidos del taller. Se prepararán también las guías para el alumno y se estimará el tiempo necesario para desarrollarlos en el aula y los equipos mínimos de los que se debe disponer. Se analizará asimismo la coherencia entre los TPL propuestos y el desarrollo de los temas teóricos y problemas. La evaluación será continua y la aprobación del taller requiere el cumplimiento de las actividades propuestas

Bibliografía

Hecht, E., *Óptica*, Addison Wesley, Madrid, 2000

Welti, R., *Introducción a la Física de las Ondas,* UNR Editora, Rosario, 1999.

Pesic, P., *El cielo en una botella*, Editorial Gedisa, Madrid, 2007.

Welti, R., *La explicación del azul del cielo: una aventura del pensamiento*, Editora Vesperi Refulgens, Rosario, 2013.

PSSC, *Física*, Editorial Reverté, Barcelona, 1957.

Sève, R., *Physique de la couleur***,** Editions Masson, Paris, 1996.

Taller TB 4:

Prácticas Áulicas a Partir del Cambio Conceptual

Herrera, Lelia Adriana; Herrera, Sandra Carolina

I.E.S. "Estanislao Maldones"; lelia-herrera@hotmail.com

Resumen

El sistema cognitivo humano opera para optimizar la adaptación de los sujetos al medio. En ese sentido puede decirse que "uno de los elementos esenciales para la adaptación del ser humano es el conocimiento" (Rodriguez Moneo y Carretero, 1999), es decir, conocer las particularidades del contexto en el que se desenvuelve, permite al sujeto actuar sobre él y adaptarlo a sus necesidades.

La presente propuesta parte del supuesto que en muchas de las aulas y a pesar de los múltiples aportes que la Psicología Evolutiva hace a la Educación, los profesores continúan actuando como si los alumnos fueran esponjas que absorben el conocimiento, por lo cual los contenidos que se le

brindan resultan poco atractivos y generalmente descontextualizados.

La metodología del taller consistirá en Diálogo explicativo en el que se presentarán las características del enfoque de enseñanza mediante conflicto cognitivo, sus modelos y mecanismos implicados, y en Taller integral en el que se ampliarán los conceptos abriendo un abanico de problemáticas y/o situaciones en la que éstos intervienen, a partir del cual se pretende la elaboración de propuestas de intervención pedagógico-didácticas.

Duración: 8 horas

Destinatarios:

- Profesores de Física
- Profesores de Ciencias Naturales
- Alumnos de los profesorados de Física

Cupo mínimo de participantes: 5 asistentes

Cupo máximo de participantes: 20 asistentes

Pre-requisitos para el taller: Netbook o computadora personal

Material solicitado a los participantes: Apuntes del taller

Objetivos

- Reflexionar sobre los diferentes enfoques que se han propuesto y desarrollado en la enseñanza de la Ciencia.
- Analizar los modelos de cambio conceptual propuestos por Rodriguez Moneo y Carretero.

- Reconocer los mecanismos implicados en cambio conceptual que permiten entender los factores que afectan la estabilidad y la modificación de las concepciones de los sujetos.
- Contrastar diversas alternativas o perspectivas que le permiten al docente formular propuestas pedagógico-didácticas innovadoras.

Marco teórico

El sistema cognitivo humano opera para optimizar la adaptación de los sujetos al medio. En ese sentido puede decirse que "uno de los elementos esenciales para la adaptación del ser humano es el conocimiento" (Rodriguez Moneo y Carretero, 1999), es decir, conocer las particularidades del contexto en el que se desenvuelve, permite al sujeto actuar sobre él y adaptarlo a sus necesidades.

Sin embargo, en muchas de las aulas y a pesar de los múltiples aportes que la Psicología Evolutiva hace a la Educación, "los profesores continúan actuando como si los alumnos fueran esponjas que absorben el conocimiento o como cintas magnetofónicas en las que queda grabada la información que se les transmite" (Aparicio y Rodriguez Moneo, 1999), en contraposición a lo que ocurre en realidad y es que el alumno construye activamente el conocimiento, para lo cual debe proporcionarle sentido a la información que el profesor le suministra y sobre todo porque cada conocimiento debe adquirir la singularidad de estar fuertemente vinculado a su contexto espacio-temporal.

Ahora bien, cada sujeto al llegar a la etapa formal de educación, trae consigo un bagaje de explicaciones o ideas personales que le permitieron desenvolverse en el entorno, de

modo tal que "la finalidad del conocimiento es su aplicación en la realidad en la que se encuentran los sujetos" (Rodriguez Moneo y Carretero, 1999) y este "conocimiento que se ajusta a los intereses de los individuos y debe ser aplicado favorece, además, la motivación por seguir conociendo" (Ibidem), esto es, el conocimiento previo o intuitivo,, que es anterior al conocimiento científico que se adquiere en los contexto educativos, desempeña un papel importante en el proceso de aprendizaje, sobre todo porque actúa como elemento disparador o motivacional o como elemento que origina el conflicto cognitivo, a partir del cual el docente puede lograr el cambio conceptual, esto es, cambiar las estructuras de conocimiento de los alumnos que llegan a clase con nociones más cotidianas y superficiales, transformándolas en nociones más académicas y profundas.

Dentro de los modelos de cambio conceptual, Rodriguez Moneo y Carretero (1999) distinguen tres grandes categorías, los modelos fríos, los modelos calientes y los modelos experienciales o situados y cada uno de ellos propone diferentes mecanismos implicados en el proceso de cambio conceptual.

Apropiarse de los supuestos de este enfoque, sus categorías y sus distintos mecanismos implicados contribuirá a la formulación de propuestas de intervención pedagógico-didácticas que tiendan a disminuir la brecha entre "lo que los profesores enseñan –mucho, complejo, muy elaborado– y lo que los alumnos aprenden –no tanto, bastante simplificado y poco elaborado" (Pozo, J. y Gómez Crespo, M.; 1998), logrando que los alumnos construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por si mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contexto y situaciones (Ibidem).

Encuadre didáctico

Cualquier proceso de adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo en las estructuras conceptuales y estrategias habitualmente utilizadas por los alumnos en la vida cotidiana, y ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto de un largo proceso de instrucción y no debe ser entendido como un producto espontáneo y natural de la interacción con el mundo de los objetos sino como una construcción social o una reconstrucción que es lo que podrá alcanzarse mediante una enseñanza eficaz.

Dentro de la concepción constructivista se han propuesto diferentes "enfoques o tradiciones para la enseñanza de la ciencia, que han respondido no sólo a formatos educativos asentados en nuestra cultura del aprendizaje, sino también a intentos de renovación de esa cultura basados en la investigación reciente" (Pozo, J. y Gómez Crespo, M.; 1998) entre lo que se puede mencionar la enseñanza mediante conflicto cognitivo, que constituye el fundamento teórico de la presente propuesta.

Contenidos

- Enfoques de enseñanza mediante conflicto cognitivo
- Modelos de cambio conceptual propuestos por Rodriguez Moneo y Carretero
- Mecanismos implicados en el proceso de cambio conceptual

Metodología

- *Diálogo explicativo* en el que se presentarán las características del enfoque de enseñanza mediante conflicto cognitivo, los modelos de cambio conceptual

propuestos por Rodriguez Moneo y Carretero y lo mecanismos implicados en el proceso de cambio conceptual.

- *Taller integral* en el que se ampliarán los concepto abriendo un abanico de problemáticas y/o situaciones en la que éstos intervienen, a partir del cual se pretende la elaboración de propuestas de intervención pedagógico-didácticas.

Evaluación

A partir del desarrollo temático del taller, planificación de un proyecto o plan de clase situado en uno de los modelos de cambio conceptual detallando los mecanismos implicados en el proceso de cambio conceptual que se pretenden desarrollar.

Bibliografía

Aparicio, J.J. y Rodriguez Moneo, M. (1999). Aprendizaje Significativo y aprendizaje con sentido.

Fumagalli, L. (1997). El desafío de enseñar Ciencias Naturales. Editorial Troquel S.A. 3° Edición. Capítulo 2 y 3

Pozo, J. y Gómez Crespo, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Editorial Morata. Madrid. Capítulo VIII

Rodriguez Moneo, M. y Carretero, M. (1999). Ideas previas y cambio conceptual

Torres Maldonado, H. y Girón Padilla, D. (2009). Didáctica General. 1° Edición. Coordinadora Educativa y Cultural Centroamericana

Taller TB 5:

El Uso de Modelos en la Resolución de Problemas de Campos Eléctricos y Magnéticos

Farina, Juan[1,3]; Tabares, Ignacio[1,2]; Silva, Carlos[1]

1: Instituto Politécnico Superior General San Martin, UNR. jfarina@ipolitec.unr.edu.ar

2: Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, UNR

3: Facultad Regional Rosario, UTN.

Resumen

En este taller se propone el uso de modelos para la comprensión y resolución de problemas de electricidad y magnetismo. La potencialidad del uso de modelos como estrategia para la enseñanza de los contenidos específicos y de los procesos de construcción de la ciencia. A través del trabajo grupal se discutirá la coexistencia de modelos y su pertinencia para cada nivel educativo.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Docentes de enseñanza media, superior y universitaria y alumnos de profesorados y licenciaturas.

Cupo: Mínimo: 6 participantes. Máximo: 40 participantes.

Pre-requisito para el taller: Conocimientos generales sobre electricidad y magnetismo.

Material solicitado a los participantes: Textos de física usuales de electricidad y magnetismo.

Objetivos

Discutir con los docentes el uso de modelos en la ciencia, su elaboración y aplicaciones, y el uso de los modelos en la resolución de problemas de campos eléctricos y magnéticos. Evaluar modelos: cualidades funcionales, eficacia descriptiva, poder explicativo y predictivo, límites y correspondencia con otros.

Introducción

Desde 1998 el TIDCyT [Taller de Investigación en Didáctica de la Ciencia y la Tecnología. Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.] trabaja en el diseño de propuestas didácticas basadas en la discusión de modelos y su puesta en práctica en distintos niveles educativos. En este marco se llevó a cabo en REF XVII, el taller *La enseñanza de la ciencia a través de modelos y su aplicación a la enseñanza de los campos electromagnéticos en los primeros años de enseñanza*

secundaria y los últimos de primaria, en el que se propuso una alternativa didáctica para la presentación de los conceptos de electricidad y magnetismo de manera unificada, mostrando las relaciones mutuas entre corrientes eléctricas y campos magnéticos.

Continuando en esta línea y, atendiendo la necesidad de cambiar las prácticas cotidianas por nuevas metodologías, se presenta este taller sobre la resolución de problemas de electricidad y magnetismo empleando modelos ya construidos.

Marco teórico y encuadre didáctico

Más que el aprendizaje de conceptos y su aplicación en ejemplos cotidianos o tecnológicos, a la enseñanza de las ciencias del siglo XXI se le exige que al finalizar los estudios los alumnos también comprendan la naturaleza de la ciencia, sus métodos de trabajo y las complejas relaciones que la ciencia tiene con la tecnología, el ámbito social y el medio ambiente.

Para ello es necesario que los alumnos en su proceso de aprendizaje no sólo *sepan ciencia*, sino que también *hagan ciencia*, o sea que se impliquen en investigaciones y problemas científicos escolares para que desarrollen formas de pensar y aprender semejantes a las formas científicas de pensar e investigar.

La construcción de modelos es un aspecto fundamental de elaboración de la ciencia. Los modelos permiten establecer un tejido de conceptos y proposiciones interrelacionadas que describen, explican y prevén fenómenos. La habilidad de comprender una teoría, por otro lado, está determinada por la capacidad del alumno para construir modelos fundamentados en la teoría a partir de los cuales puedan extraer explicaciones y hacer predicciones (del Re, 2000, Justi, 2006).

Los modelos explicativos se construyen a partir de la experimentación con el sistema real elaborando una representación de las propiedades de los entes que lo componen y sus relaciones. Un modelo refleja algunas de las características del fenómeno, quedando otras sin representación y se requieren varios modelos sobre un fenómeno para abarcar el conjunto de sus relaciones y características. La consecuencia de esta visión es que todo modelo es provisorio y perfectible, y que ningún modelo posee la verdad absoluta y definitiva. (Aduriz Bravo, 2011)

El rol del profesor es acompañar a los alumnos en su construcción y favorecer la confrontación de diferentes modelos propuestos, esto evita un aprendizaje estático y algorítmico. El trabajo grupal permite que dicha elaboración se construya mediante la colaboración conjunta de los alumnos, con las herramientas disponibles y tomando el profesor como mediador. De esta manera se intenta generar un espacio de trabajo similar a la comunidad científica en cuanto a la elaboración de modelos científicos.

La enseñanza a partir de modelos permite sumar a los contenidos, la enseñanza de los procedimientos de la investigación científica, habilitando al alumno a construir nuevos aprendizajes.

Contenidos

Los modelos en la producción científica, su función y su importancia. La construcción de modelos escolares como estrategia didáctica en la enseñanza de electricidad y magnetismo. Coexistencia y validación de diferentes modelos. Aplicación en la resolución de problemas de fuerzas y campos (eléctrico y magnético), corriente eléctrica, inducción

electromagnética, propiedades eléctricas y magnéticas de la materia.

Metodología y evaluación

El taller consistirá en la resolución de problemas de lápiz y papel apelando al uso de modelos. Los asistentes analizarán, en pequeños grupos, la utilidad de los mismos en la enseñanza, evaluando sus cualidades funcionales, eficacia descriptiva, poder explicativo y predictivo, límites y correspondencia con otros.

Por la naturaleza propia del taller la evaluación de los participantes será continua considerando las intervenciones y los méritos de los trabajos realizados.

Bilbiografía

Aduriz-Bravo, A; Izquierdo-Aymerich, M. (2009), Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales *REIEC*, Año 4 Nº Especial 1 pp 40-49

Borges, A.T. y Gilbert, J.K. (1998). Models of Magnetism. *International Journal of Science Education*, 20(3), pp. 361- 378.

Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.,* 2010, 7(1), pp. 26-41.

del Re, G. (2000). Models and analogies in science. *HYLE*, 6, pp. 3-12., pp. 3-12.

Giere, R.N. (1999). Using Models to Represent Reality, en Magnani, L., Nersessian, N.J. y Thagard, P. (eds.). *Model-Based Reasoning in Scientifi c Discovery,* pp. 41-57. Nueva York: Kluwer and Plenum Publishers.

Gilbert, J.K., Boulter, C.J. y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education, en Gilbert, J.K. y Boulter, C.J. (eds.). *Developing Models in Science Education*, pp. 3-17. Dordrecht: Kluwer.

Greca, I. M., y Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 289-203.

Halloun, I. A. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. Dordrecht: Kluwer

Justi, R. (2006) La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp 173-184

Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), pp. 369-387.

Justi, R. y Gilbert, J. K. (2002b). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(12), pp. 1273-1292.

Taller TB 6:

Taller sobre Aprendizaje Activo en Temas de Mecánica y Electricidad.

Follari, Beatriz del Rosario y Dima, Gilda Noemí

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa.
beatrizfollari@hotmail.com

Resumen

Las estrategias de aprendizaje activo se centran en el estudiante quien se hace responsable de su propio aprendizaje. El docente lo acompaña y lo guía en este camino. Las investigaciones muestran que estas estrategias permiten a los estudiantes alcanzar niveles de aprendizaje superiores respecto a los logrados en las clases tradicionales. Consideramos que será de utilidad para los docentes conocerlas.

Por otra parte, la entrega de netbooks a las escuelas públicas hace necesario que los docentes tengan acceso a información sobre cómo utilizar los recursos tecnológicos que están a su disposición.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: docentes de enseñanza media y nivel universitario básico. Alumnos avanzados de profesorado en Física

Cupo: 10 mínimo, 25 máximo.

Pre-Requisitos: ninguno

Material Solicitado a los Participantes: notebook (en lo posible, no es imprescindible)

Objetivos:

a) Entrenar a los docentes en el uso de algunas de las estrategias que promueven el aprendizaje activo de la Física.

b) Brindar conocimiento acerca de cómo utilizar las nuevas tecnologías para favorecer el aprendizaje activo.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico

Las responsables de este taller hemos participado, del 2do. Taller Regional del Cono Sur. Aprendizaje Activo de Mecánica y de la 2da. Conferencia Regional del cono Sur (CRAAF-2) en el año 2009 y en talleres similares en 2010 (electricidad y magnetismo) y en 2011 (fluidos y termodinámica); llevados a cabo en la ciudad de La Falda, Córdoba y hemos tomado el compromiso de difundir esta estrategia de enseñanza constructivista.

En la enseñanza tradicional, el docente es el emisor de los contenidos conceptuales mientras que los estudiantes tienen un rol de receptor pasivo (Porlán et al., 1998; Cotignola et al., 2001; McDermott y Shaffer, 2001; Redisch, 2004; Antúnez et al., 2008). Esta situación tan habitual conduce a resultados de aprendizaje por demás bajos (Arons, 1990). Las ideas de los estudiantes no se hacen explícitas, no se promueve la discusión entre pares y en general, el laboratorio se utiliza para confirmar lo "aprendido".

Según McDermott (1998) esta enseñanza se caracteriza por: exposiciones orales del docente, éste es un modo ineficiente de instrucción para la mayoría de los estudiantes. Las conexiones entre conceptos, representaciones formales y el mundo real, con frecuencia están ausentes después de la enseñanza tradicional. Una estructura de trabajo conceptual coherente no es normalmente un logro de la enseñanza tradicional.

Las estrategias de enseñanza basadas en el Aprendizaje Activo ponen el énfasis en el rol activo de quien aprende con el fin de que sea el alumno el responsable de la construcción de su propio conocimiento (Benegas y Villegas, 2006). De esta forma los estudiantes son capaces de construir conceptos que luego de aprendidos pueden ser transportados a otros contextos y a distintas situaciones (Sokoloff y Thornton, 1997; Thornton y Sokoloff, 1998).

Las estrategias del Aprendizaje Activo recurren a la secuencia *predecir*, *observar*, *contrastar* y a partir de ella se favorece que el alumno coteje las diferencias entre las creencias con las que llega a la clase experimental y las leyes de la física que gobiernan el mundo real. Para la resolución de problemas, una propuesta muy interesante es la de Problemas Ricos en Contexto (PRC). Un Problema Rico en Contexto (PRC) es presentado en forma de texto que describe una situación

aproximadamente real, familiar al alumno en lo posible, o que pueda ser imaginada fácilmente. Estos problemas son en general difíciles de resolver por un solo alumno, de manera que estimulan la labor cooperativa del grupo (Heller y Heller, 1999).

Por otro lado, el trabajo experimental, tanto con elementos reales como por videos o simulaciones, basado en la estrategia de Aprendizaje Activo puede ser utilizado en clases numerosas, y con escaso material didáctico, motivo por el cual puede recurrirse a ella sin modificar sustancialmente la ecología del aula en los cursos de Física Introductoria de nivel universitario y Física del nivel Polimodal.

Contenidos

Unidad nº 1: Aprendizaje Activo de la Física: en qué consiste y cómo se aplica

Unidad nº 2: Resolución de problemas en grupos cooperativos: Problemas Ricos en Contexto.

Unidad nº 3: Clases interactivas demostrativas. Uso de TICs

Metodología

Se propondrá a .los participantes ser protagonistas de las actividades del taller con el objetivo de que se familiaricen con las estrategias del Aprendizaje Activo, y se entrenen para aplicarlas en sus aulas. Para ello desempeñarán durante el taller el papel de alumno. Se propiciará el trabajo en grupos colaborativos para la elaboración de propuestas didácticas que puedan desarrollar en sus clases.

Evaluación:

Los requisitos para la aprobación del Taller son:

- Asistencia a ambas clases (al menos 6 hs)
- Presentación de problemas ricos en contexto redactados en grupo.
- Selección y análisis de una simulación y elaboración de la guía que utilizarían con sus estudiantes.

Bibliografía

Antúnez, G. C.; Pérez, S. M.; Petrucci, D. (2008). Lo que dicen los docentes sobre aprendizaje y enseñanza de física en el laboratorio. Memorias en CD del Noveno Simposio de Investigación en Física (SIEF9), p.8. ISBN: 978-987-22880-4-4. Sesión A2- Área Temática 2. Rosario, Santa Fe.

Arons, A. (1990). A Guide to Introductory Physics Teaching. (Wiley: New York).

Benegas j.; Villegas M. 2006. La Enseñanza Activa de la Física: la Experiencia de la UNSL. IX Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física. San José -Costa Rica Costa Rica.

Heller K.; Heller P. (1999). Cooperative Group Problem Solving in Physics. University of Minnessota, Illinois.

McDermott, L. C. (1998). Investigación en Educación en la Física. Revista Enseñanza de la Física, 11(2). 17-20. ISSN: 0326 7091.

McDermott, L. C.; Shaffer, P.S. (2001). *Tutoriales en Física Introductoria*. (Prentice. Buenos Aires).

Redish, E.F. (2004). *Teaching Physics with the Physics Suite*. (Wiley: Hoboken, NJ)

Porlan, R.; Rivero, A.; Martín, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. Enseñanza de las Ciencias, 16(2). 271-288. ISSN: 0212-4521.

Sokoloff, D. R.; Thornton, R. K. (1997). Using Interactive Lecture Demonstrations to create an active learning environment. *The Physics Teacher*, 36:6. 340.

Thornton, R. K; Sokoloff, D. R. (1998). Assesing student learning of Newton´s laws: The force and Motion Conceptual Evaluation and de evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66. 338-352.

Taller TB 7:

Relatividad Clásica: Dificultades en el Estudio del Movimiento

Addad, Ricardo; Llonch, Elena; Rosolio, Alejandra

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.
addad@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La relatividad clásica es a menudo considerada un tema simple basado en el sentido común. Sin embargo las falsas ideas también abundan en ella.

La elección apropiada del sistema de referencia (SR) proporciona una mejor comprensión de la situación física y simplifica las ecuaciones matemáticas asociadas a la resolución de problemas de Mecánica Clásica en cursos de Física Introductoria.

El concepto de SR resulta fundamental no sólo para la comprensión del Principio de Relatividad Clásico sino también para mostrar que la resolución de problemas requiere una representación conceptual de la realidad. En este taller se

brindará a los participantes una herramienta didáctica a utilizar en las situaciones de enseñanza-aprendizaje que contemplen la identificación del SR apropiado en la resolución de problemas.

Se considerarán problemas que en otras instancias didácticas presentaron dificultades para su resolución, y se resolverán desde distintos SR (previamente elegidos). Se promoverá la discusión evidenciando concepciones erróneas y confrontando ideas primarias y resultados.

La experiencia muestra que en la enseñanza de la Física nos equivocamos si consideramos a la relatividad Newtoniana como obvia; las nociones intuitivas de los alumnos deben convertirse al repertorio correcto de la relatividad Newtoniana. Esta transición es más simple que la requerida para la relatividad de Einstein.

Duracion: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial

Destinatarios: Profesores de Física de Educación Secundaria-Estudiantes de profesorados de Física-Profesores de Física Básica Universitaria.

Cupo de Participantes: Se aconseja un cupo mínimo de 10 (diez) participantes y un máximo de 30 (treinta) participantes.

Requisitos para el Taller: Nociones de Física básica (Mecánica).

Material Solicitado a los Participantes: Elementos para resolución de problemas de lápiz y papel.

Objetivos:

Generales

- Interpretar la ciencia como una construcción constante de conceptos, modelos, leyes y teorías con carácter provisional.
- Abordar problemas del mundo natural, utilizando procedimientos coherentes con el modo de producción del conocimiento científico, analizando críticamente resultados y aceptando la posibilidad del error como instancia de aprendizaje.
- Desarrollar capacidades de comunicación y argumentación de las propias ideas, valorando el pensamiento divergente como forma de enriquecimiento personal.

Particulares

- Lograr la comprensión funcional (conceptual y procedimental) del concepto de SR en general, del principio de relatividad clásico y su relación.
- Formar criterios para interpretar y establecer límites de validez de los resultados.
- Analizar las dificultades de comprensión que surgen en los estudiantes.
- Diseñar y ensayar una herramienta didáctica a utilizar en resolución de problemas que contemplen la elección de un sistema de referencia apropiado.

Marco Teorico y Encuadre Didactico

El concepto de SR es fundamental en los cursos introductorios de Física universitarios (Creus, Massa y Cortés, 1998). La representación de la realidad física desde SR diferentes, a partir de la aplicación de principios de invariancia, permite dar cuenta del funcionamiento del mundo natural.

Dada la arbitrariedad la elección del SR, es necesaria una destreza adicional, ya que un sistema apropiado proporciona una mejor comprensión de la situación física, y posibilita poner de manifiesto contradicciones, a través del análisis conceptual de la situación.

Tradicionalmente se encara la resolución de problemas de Mecánica desde SR fijos a Tierra, de modo que su utilización se reduce a la elección y orientación del origen y ejes de un sistema de coordenadas, no planteándose en general en el aula discusiones acerca de la factibilidad y/o conveniencia de posicionarse en otros SR. Como menciona Bowden (1992) el éxito en la solución de problemas cuantitativos estándares no es un criterio adecuado para evaluar la comprensión de conceptos básicos de mecánica.

Cuando se determina la posición de un cuerpo respecto de un sistema de coordenadas, solidario a un SR, se tiene ubicado el mismo. Ahora bien, la idea primaria intuitiva de movimiento es el cambio de posición de un cuerpo. De acuerdo a esto, los SR están basados en los conceptos de espacio y tiempo de la Teoría marco (Addad, 2012).

La validez de las Leyes de Newton se restringe a los llamados Sistemas de Referencia Inerciales (SRI), aquellos desde los cuales se observa a la partícula libre con aceleración nula. Determinado uno de ellos, serán SRI todos los que estén en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme relativo al primero.

Éste es el llamado Principio de Relatividad Clásico (PRC) o de Galileo (Martínez, 2005).

Sin embargo, muchas veces resulta cómodo resolver problemas desde la perspectiva de un observador solidario a un sistema de referencia no inercial (SRnI). Ésto exige introducir unas fuerzas ficticias a las que se denomina fuerzas de inercia (o seudofuerzas). Ellas no tienen par de acción-reacción puesto que se incluyen al tratar de buscar una causa a efectos que no pueden asociarse a una interacción newtoniana. (Addad et al, 2011).

De esta manera, por cada aceleración de inercia o ficticia, debe agregarse en el diagrama de cuerpo libre una fuerza asociada que tiene la misma proporcionalidad a su efecto, como el caso de interacciones newtonianas, de igual dirección pero de sentido contrario. Una vez construido el diagrama de cuerpo libre sólo falta plantear la ecuación dinámica para resolver el problema:

$$\sum \vec{F} + \sum \vec{F}_{inercia} = m\vec{a}'$$

Contenidos

Objetivos del Estudio Físico. Herramientas y lenguaje científico.

Mecánica clásica como teoría marco: Espacio y tiempo. Movimiento y sistemas de referencia. Sistemas de referencia inerciales. Principio de Relatividad Clásico.

Transformaciones. Sistemas de referencias no inerciales. Fuerzas ficticias. Invariantes observacionales.

Problemáticas encontradas en la literatura y exposición práctica de problemas seleccionados. Resolución de problemas y análisis de cuestiones teóricas.

Modelización y construcción de situaciones problemáticas de aplicación en el aula.

Metodologia y Evaluacion:

Se trabajará sobre los aspectos del desarrollo de instrumentos formativos.

Por ello se ofrecerán oportunidades para activar:

a- la curiosidad a partir de videos u otros disparadores, reconociendo que todo tema, problema o contenido está en proceso de cambio.

b- la evolución de ideas científicas propias, según los propios intereses y a partir de la implementación de instrumentos formativos (herramientas, lenguaje científico, etc.).

c- la comprensión del sentido de la indagación, abriendo el contenido a la pregunta, exploración, toma de decisiones, sorpresa y modelización (uso de niveles de simbolización y comprensión).

Las discusiones que se suscitan en clase al abordar los problemas con esta metodología muestran una creciente motivación e interés por parte de los alumnos, favoreciendo la comprensión conceptual.

La evaluación se llevará a cabo durante todo el desarrollo del taller a través de la participación de los docentes y el diseño de situaciones problemáticas a discutir utilizando la metodología propuesta.

Bibliografia:

Addad, R., Llonch, E., D´Amico, H. y Rosolio, A. (2011). Relatividad Clásica: dificultades en el estudio del movimiento. Memorias XVII Reunión Nacional de Educación en la Física, Villa Giardino, Córdoba, Argentina.

Addad, R. (2012). Relatividad Clásica: dificultades de compresión en el estudio del movimiento. XI Simposio de Investigación en Educación en Física, Esquel, Chubut, Argentina.

Bowden, J., Dall'Alba, G., Martin, E., Laurillard, D. y Marton F. (1992). Displacement, velocity, and frames of reference: Phenomenographic studies of students' understanding and some implications for teaching and assessment, *American Journal of Physics*, *60, 3, pp. 262-269.*

Creus, E., Massa, M., Cortés, A. (1998). *Mecánica*, Rosario: UNR Editora. Argentina.

Martínez A. (2005). Conventions and inertial reference frames, *American Journal of Physics*, *73 (5), pp.452-454.*

Taller TB 8:

El Laboratorio Virtual en Física: Herramienta para la Enseñanza y el Aprendizaje de Contenidos.

Alzugaray, Gloria E.[1]*; Carreri, Ricardo A.*[2]*;*
Marino, Luis A.[3]

1: Facultad Regional Santa Fe. UTN. galzugar@frsf.utn.edu.ar.
2: Facultad de Ingeniería Química. UNL. rcarreri@fiqus.unl.edu.ar .
3: Facultad de Humanidades y Ciencias. UNL. lmarino@fiqus.unl.edu.ar.

Resumen.

Los paradigmas educativos de la sociedad de la información-comunicación se caracterizan por modelos constructivistas de enseñanza aprendizaje enriquecidos tecnológicamente. Dentro de este ámbito el laboratorio virtual permite desarrollar distintas habilidades cognitivas en la formación de los estudiantes. Esta propuesta pretende poner a disposición y abrir el debate con los asistentes, el uso de diversos softwares libres de simulación. Para ello se realizarán análisis y caracterización de los mismos, destacando sus

potencialidades. Se abordarán, diferentes aspectos relacionados a: 1- relevamiento de sitios de Internet donde se proponen simulaciones de uso libre, 2- Análisis y discusión sobre criterios e instrumentos de evaluación de las simulaciones y de los contenidos que se abordan, 3- Implementación y evaluación de diseños didácticos propuestos, 4 Elaboración y diseño de una guía de TP virtual adaptada a los contextos particulares de los asistentes incluyendo actividades como la Resolución de Problemas, búsqueda de información, cuestiones sobre evaluación, etc. Se pretende que los asistentes puedan encontrar y utilizar recursos para ejemplificar, complementar y reelaborar los contenidos prescriptos en las curriculas, así como proponer y analizar los ejercicios y problemas que serán aplicados en sus clases.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Docentes nivel Medio, Terciario y Universitario. Estudiantes de los profesorados en Física, Química, Biología y Ciencias Naturales.

Cupo mínimo de participantes: 7 participantes

Cupo máximo de participantes: 30 participantes

Pre-requisitos para el taller: Conocimientos y principios básicos de Física clásica (Mecánica, electromagnetismo). Matemática. Conocimientos básicos de informática.

Material solicitado a los participantes. Si los inscriptos poseen algún recurso informático (notebooks, netbook, Ipad) es deseable que asistan al taller con el mismo de modo de poder seguir y realizar las simulaciones propuestas.

Objetivos del taller

- Reflexionar sobre las formas y estrategias de enseñanza de los contenidos de Física.
- Diseñar y realizar propuestas de abordajes de contenidos del área de la Física.
- Buscar nexos y diferencias entre las prácticas de Laboratorio reales y virtuales.
- Analizar estrategias en el uso de simulaciones, de modo de generar entornos de enseñanza y aprendizaje constructivistas.

Marco teórico y encuadre didáctico.

Durante los últimos años las universidades, centros educativos, escuelas utilizan de modo creciente las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC). Por ello se han realizado significativas inversiones en equipamiento, permitiendo que las mismas se incorporen a casi la totalidad de los establecimientos, aunque a veces la utilización corriente que se hace de ellos probablemente resulte aún deficitaria.

Si bien el auge de Internet y los recursos disponibles están fundamentalmente promovidos con fines comerciales, no desconocemos también el crecimiento en temáticas relacionadas a las ciencias, impulsado con fines educativos. Se puede afirmar que el objetivo de algunos sitios relacionados a lo educativo es generar una comunidad de usuarios (docentes, investigadores,

alumnos, especialistas, divulgadores, comunidad en general) que aporten, intercambien y se nutran de: ideas, sugerencias, experiencias, estrategias, recursos, materiales, conocimientos, de modo de facilitar el aprendizaje de contenidos en las disciplinas. Así no cabe duda alguna de la necesidad de incorporación en los currícula actuales el uso de los recursos existentes en INTERNET para la enseñanza. También se sabe que numerosos sitios de la Web resultan atractivos o tentadores al menos visualmente, a pesar que desde un punto de vista conceptual y pedagógico, resultan débiles (CABERO et al., 2003).

Teniendo en cuenta el impacto y aporte de las herramientas tecnológicas (PC, Notebooks, sensores, medidores, etc.) en todo aquello relacionado a la educación, en particular se pueden plantear algunas influencias del empleo de dichas herramientas en la enseñanza, basados en los siguientes referentes: a) Utilización de la computadora como medio de cálculo y tratamientos de datos, b) Realización de experimentos con la ayuda de sensores e interfaces y c) Utilización de la PC en la automatización de la actividad experimental basada en una modelación, es decir a través de experiencias virtuales, etc. Esto implica el uso de simulaciones como recursos de mediación pedagógica en la enseñanza y el aprendizaje requiriéndose la redacción y el diseño de materiales, tanto en lo referido al análisis de los contenidos como en la preparación de actividades (DUART y SANGRÁ, 2000).

Contenidos.

Se disponen de numerosas simulaciones que pueden ser utilizadas en el desarrollo del taller como recurso educativo en la enseñanza de los contenidos. Dichas simulaciones de acceso libre han sido obtenidas de diferentes fuentes. Se les proveerá a los

participantes del taller de un CD con todos los materiales relacionados a que los coordinadores del taller han obtenido por diferentes medios.

A modo de propuesta acotada se presenta una nómina de títulos sobre posibles Trabajos Prácticos en Laboratorio virtual que fueron diseñados y utilizados por los autores del taller en diferentes actividades de clases a nivel Universitario, cursos, seminarios, etc.

- Estudio cinemático, dinámico y energético de los movimientos de cuerpos.
- Estudio del campo y potencial eléctrico para configuraciones espaciales de carga.
- Exploración y generación de campos magnéticos estacionarios.
- Estudio de la generación de Fem de origen electromagnético.

Los coordinadores del taller proveerán un CD con el material de simulación a usar. Los coordinadores en sus prácticas educativas utilizan distintos softwares libres y simulaciones.

Metodología y Evaluación.

Las Simulaciones se han convertido en una excelente herramienta para mejorar la comprensión y el aprendizaje de temáticas complejas, o aquellas que resultan dificultosa o problemática de reproducir.

En Internet se encuentran disponibles numerosas simulaciones que se pueden utilizar con fines educativos, en la mayoría de los casos de uso libre. Algunas son interactivas, es

decir, permiten al estudiante modificar algún parámetro y predecir/observar el efecto que produce dicho cambio Otras posibilitan además configurar el entorno, es decir, los educadores pueden programarlas para que aparezcan distintos elementos y diferentes tipos de interacción (BOHIGAS et al., 2003). Las Simulaciones proveen una representación de los fenómenos naturales que permite a los estudiantes probar y descubrir cómo opera o qué variables lo afecta y qué impacto tiene en otros contextos. El uso de este tipo de material educativo estimulan a los alumnos para que intervenga sobre un modelo de la realidad y logre la comprensión de los efectos de su manipulación mediante un proceso interactivo (GARCIA BARRETO y GIL MARTÍN, 2006).

Se comienza con una presentación de los integrantes del taller, se exploran las ideas los asistentes mediante un debate sobre los usos de las simulaciones para la enseñanza y sus experiencias personales, para luego presentarlos al colectivo. Se presentan algunas simulaciones donde se destacan características (potencialidades y defectos) que se pueden detectar de las mismas, destacándose los contenidos temáticos, las disciplinas requeridas, sus complejidades, etc. Finalmente se solicita a los grupos formados, la adopción de alguna simulación provista en el CD, basados en diferentes criterios de selección y según una propuesta pedagógica planteada (MARQUÉS, 2000; MARTINEZ, 2002; MENDOZA, 2001 Y GUERRA CORREA 2006). Se construye en grupos y se socializa una propuesta de diseño de una Unidad Didáctica que considere el uso de la simulación. Para ello se suministran diferentes publicaciones de investigadores y académicos reconocidos que han recurrido a la incorporación de las NTics en particular en el ejercicio docente en cursos regulares de ciencias.

Etapas	Materiales	Actividades en aula
-Exploración y explicitación de ideas y concepciones. -Discusión y reestructuración de conceptos. -Propuestas de elaboración y evaluación de las unidades didácticas.	Simulaciones. Libros de textos. Transparencias, documentos: revistas, publicaciones. -Entrevistas, encuestas, cuestionarios. -Resolución de problemas. -Proyectos de investigación	-Análisis y discusión de materiales didácticos. -Discusión y relaciones entre los conceptos. -Confección de mapas conceptuales -Presentación de lo producido en el taller. -Evaluación de las propuestas.

Como instrumento de evaluación y aprobación del taller serán considerados: la asistencia (al menos 5hs) y la confección de una propuesta de utilización de algún simulador para la enseñanza sobre los contenidos de Física.

Se demandará a los asistentes la presentación de un diseño de guía didáctica donde se explicite la temática a estudiar, los objetivos propuestos, las consignas a trabajar.

Bibliografía:

BOHIGAS, X.; JAÉN, X. Y NOVELL, M. (2003) Applets en la enseñanza de la Física. Enseñanza de las ciencias, 21(3), 463-472.

CABERO, J.; CASTAÑO, C.; CEBREIRO, B.; GISBERT, M.; MARTINEZ, F.; MORALES, J.A.; PRENDES, M.P.; ROMERO, R. Y SALINAS, J. (2003) Las nuevas tecnologías en la actividad universitaria, Píxel-Bit, 20, 81-100.

DUART, J.M, SANGRÁ A.(2000), Aprender en la virtualidad. Barcelona Gedisa.

GARCIA BARRETO, A, GIL MARTÍN, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 5, (2), 304 – 322.

GUERRA CORREA, Vania.2006. Modelo de evaluación de software educativo de 4 dimensiones. EDUTEC 34; Barcelona.

MARQUÈS GRAELLS, Pere (2000)."Nuevos instrumentos para la evaluación de materiales multimedia"". Comunicación y Pedagogía, 166, pp. 103-117

MARTÍNEZ, R., SAULEDA, N. (1993) "La evaluación de software educativo en el escenario de la evolución de los paradigmas educativos". Enseñanza, 161 – 174.

MENDOZA, L., PÉREZ, M., ROJAS, T. (2001) "Modelo sistémico para estimar la calidad de los sistemas de software". (MOSCA).ASOVAC, Acta Científica Venezolana, (53:3) p 435. LISI, Universidad Simón Bolívar.

SANTOS GUERRA, M. (1996). Evaluación de materiales didácticos. En "Evaluación Educativa 2".Buenos Aires: Magisterio del Río de la Plata.

Taller TB 9:

Estrategias de Enseñanza de la Física usando Nuevas Tecnologías: La Guía Didáctica

Moya, M.[1]; Aiziczon, B.[2]; Colombo de Cudmani, L.[2]

1: Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. moyam@unsa.edu.ar

2: Facultad de Ciencias y Tecnología. UNT.

Resumen:

Mediante un programa de actividades participativo, los asistentes generarán, a través de la reflexión y análisis crítico, la propuesta de una solución concreta de planificación y adecuación a las exigencias actuales de la enseñanza y el aprendizaje producto de la investigación educativa y en el contexto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Los docentes, con el insumo de las guías de trabajos teóricos y prácticos (de laboratorio), el Programa de la asignatura y el plan de estudios, analizarán el concepto de Guía Didáctica y el formato de las guías habitualmente usadas.

Como resultado final se acordarán criterios generales para la elaboración de las guías didácticas de cada asignatura para ser implementadas en la enseñanza de la Física.

Finalmente se elaborará una propuesta concreta respetando el formato de la Guía Didáctica que responde a las sugerencias realizadas en este taller.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: docentes de todos los niveles educativos

Cupo mínimo de participantes: 2 participantes

Cupo máximo de participantes (sugerencia no más de 40 participantes): 20 participantes

Pre-requisitos para el taller: Ninguno

Material solicitado a los participantes: Guías de trabajos teóricos y prácticos (de laboratorio), el Programa de la asignatura, el plan de estudios que habitualmente usan.

Objetivos:

Los docentes al final del taller lograrán elaborar:

i.- Criterios generales para diseñar una Guía Didáctica en el contexto de las nuevas tecnologías de la comunicación, para ser implementada en la enseñanza de la Física.

ii. La Guía Didáctica de la enseñanza de la Física usando nuevas tecnologías de la información y la comunicación

Marco teórico y encuadre didáctico

Introducción

Uno de los desafíos actuales en la enseñanza de la Física lo constituye la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Se propone en este taller a la Guía Didáctica como una alternativa de planificación de la enseñanza para seleccionar y aplicar estrategias para dicha incorporación.

Marco teórico

Una Guía Didáctica es una propuesta metodológica del docente destinada al estudiante que lo orienta en el estudio, incluye información para su uso y, lo ayuda a desarrollar y potenciar sus capacidades de estudio de una manera colaborativa y autónoma. Se busca con ella despertar el interés por la materia, guiar y facilitar el aprendizaje, ayudar a comprender, aplicar los diferentes conocimientos e integrar todos los medios y recursos que se presentan al estudiante como apoyos para su aprendizaje abriendo el camino adecuado para el logro de su éxito. *"Para ello cumple el papel de mediar entre el docente y el alumno, es una "conversación didáctica guiada" (Holmberg, 1985) y a nivel institucional es una oportunidad de lograr la tan ansiada integración curricular si la elabora un equipo docente."* (García Aretio, L.; 2009, pg. 1)

Se trata del documento en el que se plasma toda la planificación de la asignatura que a la vez supone una *"contrato"* del docente

con los estudiantes (e incluso con la sociedad), un compromiso docente respecto a:

"• *lo que se les ofrece,*

- *lo que se espera de ellos.*
- *lo que se entiende como relevante,*
- *los recursos o facilitaciones que se les brindan,*
- *las orientaciones y ayuda que se les garantizan,*
- *las actividades de aprendizaje que se les proponen,*
- *la dedicación (medida en horas) que se sugiere como tiempo medio para ocuparse de las diferentes actividades y estudio,*
- *la exigencia en cuanto resultados del aprendizaje (evaluación), etc."* (García Aretio, Lorenzo; 2009, pg. 1)

Básicamente, la Guía Didáctica es una herramienta de motivación y apoyo; que favorece un aprendizaje autónomo a través de distintos materiales de estudio (tradicionales u otras fuentes de información). De ahí la necesidad de que la Guía Didáctica, impresa o en formato digital, se convierta en el "andamiaje" (J. Bruner) que posibilite al estudiante avanzar con mayor seguridad en el aprendizaje colaborativo y autónomo.

Materiales y métodos

El taller tiene como uno de sus objetivos acordar criterios generales para la elaboración de las guías didácticas de cada asignatura.

El Material necesario consiste en el Programa de la asignatura; planes de estudios de las carreras y guías de trabajos prácticos de cada asignatura.

Asimismo se analizan otros materiales didácticos que usan los docentes con el fin de socializar experiencias.

Finalmente se consensuará un formato de estructura final y se elaborará una propuesta concreta de uso de la Guía Didáctica.

Conclusión

Con este instrumento de planificación y diálogo con el estudiante se espera continuar con el nivel de calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje e incorporar las nuevas tecnologías de una manera de eficiente.

Contenidos

Estrategias docentes. ABP. Guía didáctica.

Metodología y Evaluación

Metodología participativa de Taller.

Se aprobará el taller con la presentación de la guía didáctica elaborada sobre un tema de Física.

Bibliografía

http://www.recursoseees.uji.es/guia/g20061010.pdf. Documento-guía para la elaboración de Guías Didácticas/docentes ECTS. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD_E_INNOVACION/INNOVACION_DOCENTE/IUED/GUIA_DOCENTE/PROTOCOLO_ELABORACION_GUIA_DIDACTICA_POP_1.PDF. Protocolo UNED. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD_E_INNOVACION/INNOVACION_DOCENTE/IUED/MATERIALES%20DIDACTICOS/ESTUCTURA_GUIA%20DIDACTICA.PDF. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/4toCIEMAC/Talleres/Elaboraciondeguiasdidacticasparaelusodelacomputadora.pdf. "Elaboración de guías didácticas, para lecciones asistidas por computadoras." (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://www.ugr.es/~vic_plan/formacion/ceguido/ceguido1/Documenta/PDU_GD1_Guia.pdf. Planificación doc. univ.: Guía Didáctica. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://www.uned.es/iued/subsitio/html/documentos/PROTOCOLO_EVALUACION_MATERIALES_DIDACTICOS_A_DISTANCIA.pdf.Protocolo evaluación. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://www.upm.es/estudios/eduSup/actividades/Guias_docentes...Elaboración de la guía docente de la materia. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

http://www.utpl.edu.ec/ingles/images/stories/publi_cientificas/guia_didactica.pdf. La guía didáctica, un material educativo para promover el aprendizaje autónomo. Evaluación y mejoramiento de su calidad en la modalidad abierta y a distancia de la UTPL. (Consulta: 15 de noviembre, 2008)

Holmberg, B. (1985). Educación a distancia: Situación y perspectiva. Buenos Aires. Kapelusz.

Taller TB 10:

Estudiando el Movimiento de Proyectiles Mediante Simulaciones

Saracho, Marta; Aramburu, Víctor; Rodriguez, Carlos.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa.
martasaracho@gmail.com

Resumen:

La incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la física, como complementos de las actividades tradicionales, proporciona recursos didácticos motivadores que posibilitan al alumno interactuar con simulaciones de fenómenos físicos no fáciles de realizar en el laboratorio. Se plantea como supuesto que la incorporación de estos recursos son herramientas tecnológicas que posibilitan la adquisición de habilidades cognitivas y el desarrollo de la autonomía en el alumno. El objetivo de este Taller es lograr que los participantes comprendan los conceptos físicos asociados con la leyes de movimientos bajo de acción de fuerzas constantes. La propuesta didáctica-tecnológica consistirá en la explicitación de las

concepciones alternativas sobre el tema en estudio; resolución de situaciones problemáticas utilizando simulaciones del fenómeno físico estudiado con el propósito que el alumno identifique las variables intervinientes en el fenómeno relacionándolas de manera significativa y en la transferencia conceptual a situaciones nuevas mediante la ejecución de problemas-juego. Se espera con la incorporación de las TIC lograr en los participantes un aprendizaje significativo del tema abordado ya que esta herramienta permite al alumno construir sus propios conceptos, al explorar de manera interactiva el mundo de la Física a través de la simulación.

Duración: ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial

Destinatarios: Nivel terciario - Universitario básico

Cupo Mínimo de Participantes: 20

Cupo Máximo de Participantes: 40

Pre-Requisitos para el Taller: Movimiento Rectilíneo Uniforme. Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.

Material Solicitado a los Participantes: Regla, lápiz, papel, calculadora. Los participantes pueden traer netbook o notebook si disponen de las mismas. Lo solicitado no es excluyente para su incorporación al Taller.

Objetivos

Lograr la comprensión de los contenidos conceptuales relacionados con las leyes del movimiento de proyectiles, atendiendo a las causas que lo producen.

Considerar la posibilidad de efectuar una valoración de la eficacia que tiene el uso de las TIC en la producción de aprendizajes significativos.

Diseñar y llevar a la práctica alternativas didácticas-tecnológicas más acordes a las competencias profesionales que requiere el Siglo XXI.

Favorecer en los participantes la flexibilidad mental y objetividad en el planteo y discusión de los temas en estudio.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico:

Las innovaciones educativas están determinadas por el contexto, los patrones culturales específicos, el campo de conocimiento y la visión de la educación en la que se enmarcan. Es misión de la Universidad resolver con competencia los problemas que la profesionalidad plantea a un contexto caracterizado por cambios acelerados en cuanto al desarrollo tecnológico, adecuando la formación del individuo a las nuevas realidades de la sociedad. Este desarrollo tecnológico posibilita a la educación presencial, ampliar sus ofertas a través de instancias semipresenciales, en las que los recursos tecnológicos median una parte del proceso de enseñanza aprendizaje (García, 2002). Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) están modificando la manera en la que se produce o construye el conocimiento; están transformando el proceso de enseñanza-aprendizaje y juegan, desde lo visual y operacional, un papel importante ya que permiten incorporar e integrar

diferentes sistemas simbólicos, desestructurando los procesos memorísticos. Con el avance tecnológico se amplían las posibilidades comunicativas generando una ruptura en la linealidad y secuencialidad que configuran los procesos de enseñanza convencionales. En este paradigma educativo el estudiante adquiere centralidad, ya que se asume desde las teorías cognitivas, que el estudiante tiene formas diversificadas de representación mental y lenguajes intelectuales, que permiten considerarlo un sujeto activo de su propio desarrollo cognitivo. El docente redefine su rol, su perfil no se asemeja a la de un conductor de clases magistrales sino a la de un guía o mediador pedagógico, que proporciona apoyo personalizado. Entre los recursos tecnológicos empleadas en la enseñanza de la Física se destacan los applets. Son pequeñas aplicaciones no comerciales escritas en lenguaje Java, diseñadas para ser incrustadas en páginas web, con las que se puede simular el comportamiento de un sistema o proceso físico y que resultan de interés en la formación científica de docentes y alumnos (Bohigas et all, 2003). Se parte del supuesto que los applets, adecuadamente utilizados son importantes instrumento de trabajo, motivan y potencian el aprendizaje ya que permiten integrar la teoría y la práctica, aumentar el interés por la asignatura y lograr una mejora en el aprendizaje significativo de los conceptos físicos. Con ellos se pueden simular experiencias que no son fáciles de realizar en el laboratorio y aún en el caso de efectuarlas, no se trata de sustituir las experiencias reales sino de complementarlas, facilitando la comprensión y combinando de forma eficaz la enseñanza presencial y los recursos de la red. Para Reigeluth (2000) este paradigma educativo debe apoyarse en entornos enriquecidos tecnológicamente y en el modelo constructivista del aprendizaje. La tecnología por sí misma no mejorará la calidad de la educación ni hará que los alumnos aprendan más Física "Es la intencionalidad y el contenido

pedagógico del trabajo docente, el que puede determinar que las TIC se conviertan en herramientas para mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes" (Robalino, 2005).

Contenidos:

Movimiento en dos Dimensiones. Movimiento de proyectiles. Ecuación de la trayectoria. Altura máxima y alcance máximo: Tiro rasante y por elevación.

Metodología y Evaluación:

Las actividades que se proponen en este Taller son:

Explicitación de las concepciones alternativas sobre el tema en estudio.

Resolución de situaciones problemáticas utilizando simulaciones del fenómeno físico estudiado con el propósito que el alumno identifique las variables intervinientes en el fenómeno y luego las relacione de manera significativa.

Ejecución de Problemas-juego, mediante la transferencia conceptual a situaciones nuevas.

En el Taller la información no será ofrecida a los participantes de manera expositiva, sino que un entorno abierto de aprendizaje promoverá que sean ellos mismos quienes construyan su propio conocimiento, mediante razonamientos inductivos y razonamientos hipotéticos-deductivos.

Los participantes tendrán las siguientes instancias de evaluación:

Evaluación conceptual grupal de las actividades propuestas mediante la puesta en común de las producciones.

Autoevaluación para verificar los logros obtenidos por los participantes durante el desarrollo del Taller.

Evaluación del Taller: para comprobar el grado de aceptación de la propuesta didáctica presentada.

Bibliografía

1 Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003) Applets en la enseñanza de la Física. Enseñanza de las Ciencias 21 (3), pp 463-472.
2 García, A. (2002) La educación a distancia. De la teoría a la práctica. Editorial Ariel Educación. pp 31-36
3 Reigeluth, Ch. (2000) ¿En qué consiste la teoría de diseño educativo y cómo se está transformando? .Diseño de la instrucción. Teoría y modelos. Madrid. Aula XXI Santillana pp 15-40..
4 Resnick R., Holliday D., Kraner K. 2010. Física, Vol 1. Editorial Patria. Pp 68-71.
5 Robalino, M. (2005) Formación docente y TICs: logros, tensiones y desafíos. www.oei.es/docentes/articulos/formacion_docente_tus_17esperiencias_AL.pdf.
6 Roederer, J. (1986). Mecánica Elemental. Editorial Universitaria de Bs.As.pp 83-88.

Taller TB 11:

La Luz, reflejo de la Ciencia: Reflexiones Didácticas y Epistemológicas sobre la Práctica Experimental de Laboratorio

Idoyaga, Ignacio[1,2]; Lorenzo Gabriela[2,3]; Adúriz-Bravo, Agustín[4,3].

1: Cátedra de Física, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

2: Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

3: CONICET.

4: CeFIEC. Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. iidoyaga@ffyb.uba.ar

Resumen

Este taller busca propiciar la reflexión sobre el rol de los estudiantes y de los profesores y el lugar de los contenidos curriculares en las actividades experimentales para la enseñanza de la física en contextos formales de enseñanza media y superior. Asimismo, se busca identificar las imágenes de ciencia que subyacen a distintos estilos de actividades experimentales.

Utilizando como excusa el fenómeno de la polarización de la luz y sus aplicaciones tecnológicas, se propone un recorrido donde se revisan posturas didácticas y epistemológicas. Se presenta a los talleristas la oportunidad de familiarizarse con experimentos tipo "solución de problemas", experimentos tipo "planteo de problemas" y actividades experimentales sencillas para la enseñanza del fenómeno de polarización.

Se espera que los talleristas se lleven algunos criterios para el análisis y el diseño de un trabajo práctico de laboratorio.

Duración: 8 horas reloj.

Destinatarios: El taller está destinado a docentes de física noveles o experimentados dispuestos a repensar sus prácticas. Se espera la participación de profesores de escuela media, profesores de institutos de formación docente, docentes universitarios de pregrado y grado, estudiantes de profesorado, docentes universitarios en formación y profesionales en ejercicio de la docencia.

Cupo mínimo de participantes: 8.

Cupo máximo de participantes: 40.

Pre-requisitos para el taller: Para aprovechar al máximo el trayecto formativo, los participantes deberían contar con algunos conocimientos básicos de Matemática y estar al tanto, al menos superficialmente, de algún modelo que explique la naturaleza de la luz.

Material solicitado a los participantes: Papel milimetrado o cuadriculado, regla o escuadra, lápiz o bolígrafo y calculadora.

Objetivos:

Revisar las características de las clases de física y el lugar de las actividades experimentales y de laboratorio en ellas. Discutir y aplicar modelos teóricos de la didáctica de las ciencias para la reflexión sobre la práctica en el laboratorio de física. Identificar las ideas sobre naturaleza de la ciencia que la práctica experimental deja translucir. Presentar consideraciones para la planificación, el diseño y la evaluación de actividades experimentales de física en general, y para la comprensión de la naturaleza de la luz y su interacción con la materia en particular. Comentar algunas tendencias actuales sobre los trabajos prácticos de tipo abierto.

Marco teórico y encuadre didáctico

Actualmente, la justificación de la presencia de trabajos prácticos en los currículos es muy elaborada. Ya en 1994, Lazarowitz y Tamir presentaban una fundamentación para la inclusión de trabajos en el laboratorio que incluía un conjunto de objetivos formativos, entre los que se destacan: facilitar la comprensión de los conceptos científicos; ayudar a confrontar las concepciones erradas; fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas; desarrollar las habilidades prácticas; fomentar la comprensión de la naturaleza de la ciencia; apoyar la comprensión de los conceptos subyacentes a la investigación científica; desarrollar actitudes científicas; y suscitar el placer y el interés.

La enseñanza de temas de ciencia escolar que impliquen el uso de actividades experimentales no lleva automáticamente al logro de *todos* los objetivos atribuidos a la experimentación escolar. Existe una amplia variedad de dificultades en la enseñanza en el laboratorio, además de dificultades en el aprendizaje a través de las experiencias prácticas (Lorenzo et al., 2012). En la mayoría de los casos, la intención de la experiencia en el laboratorio es la de confirmar algo que ya se ha tratado en una lección de tipo expositivo. Se suele exigir que los alumnos sigan una receta para llegar a una conclusión predeterminada. En consecuencia, la demanda cognitiva del laboratorio tiende a ser baja, y la concepción de ciencia enseñada poco satisfactoria, por lo que resulta imprescindible repensar el trabajo de laboratorio desde una perspectiva constructivista, incluyendo experimentos que planteen problemas genuinos o auténticos (de Jong, 2010).

Contenidos

Diferencias conceptuales y didácticas entre experimento, práctica experimental, actividad experimental y actividad didáctica. Naturaleza de la ciencia y de la tecnología. Funciones de la enseñanza de las ciencias en el nivel secundario y superior. Modelo de Johnstone. Experimento tipo solución de problemas y experimento tipo planteo de problemas. Criterios para el análisis de un trabajo práctico de laboratorio. Diseño de trabajos prácticos de laboratorio. Naturaleza de la luz. Interacción de la luz con la materia. Polarización de la luz. Polarimetría. Teoría del color. Aplicaciones sencillas.

Metodología y Evaluación

El taller se llevará adelante en dos jornadas de cuatro horas cada una. Durante el primer día, se desarrollaran las siguientes actividades:

1- Revisión de contenidos previos: Misiones de la enseñanza media y superior de las ciencias; función de las actividades experimentales en la enseñanza de la física; naturaleza de la ciencia y la tecnología; naturaleza de la luz e interacción de la luz con la materia. (Duración: 60 minutos).

2- Análisis de casos: Se presentarán tres clases de laboratorio distintas, en las cuales se trabaja la interacción de la luz con la materia, y se analizarán esas clases desde perspectivas didácticas y epistemológicas. Se hará hincapié en el rol de los contenidos, el profesor y los estudiantes, y en las ideas sobre naturaleza de la ciencia que traslucen. (Duración: 90 minutos).

3- Reflexión sobre la diferencia entre experimento, actividad experimental y actividades experimentales simples. Presentación de ejemplos. (Duración: 60 minutos).

4- Discusión sobre criterios para el análisis de un trabajo práctico de laboratorio. (Duración: 30 minutos).

Durante el segundo día se llevarán adelante las siguientes actividades:

1- Revisión de contenidos previos: Polarización de la luz. Polarimetría. Teoría del color. Espectros de emisión y absorción. Espectrofotometría. (Duración: 45 minutos).

2- Análisis de actividades experimentales sencillas para la enseñanza del fenómeno de polarización de la luz. (Duración: 60 minutos).

3- Reflexiones sobre experimento tipo solución de problemas y experimento tipo planteo de problemas desde perspectivas didácticas y epistemológicas. Presentación de ejemplos para la enseñanza de la polarización de la luz. (Duración: 45 minutos).

4- Práctica experimental y familiarización con el polarímetro de Laurent y sus derivaciones tecnológicas. (Duración: 60 minutos). 5- Meta análisis de lo actuado durante las dos jornadas (Duración: 30 minutos).

Para la evaluación del taller, cada participante deberá redactar una bitácora en la cual plasmará sus reflexiones e impresiones sobre los temas discutidos; asimismo, se les pedirá que elijan un trabajo práctico que lleven adelante con frecuencia en sus prácticas y que, teniendo en cuenta las reflexiones de sus bitácoras, presenten un ensayo argumentativo de alrededor de 500 palabras, sugiriendo y fundamentando posibles mejoras. Ambas tareas podrán realizarse durante los dos días, paralelamente con las actividades propias de cada jornada.

Referencias

1. Lorenzo, M.G., Reverdito, A., Blanco, M. y Salerno, A. (**2012**). Difficulties of undergraduate students in the organic chemistry laboratory, *Problems of Education in the 21st Century*, 42 (42), 74-81.
2. LAZAROWITZ, R. y TAMIR, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science, en, Gabel, D. (ed.), Handboo of research on science teaching and learning, pp. 94-128. Nueva York: MacMillan.
3. DE JONG, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas: dilemas y soluciones. Enseñanza de las Ciencias, pp. 305-314

Taller TB 12:

La Naturaleza Histórica, Espitemológica y Social de las Ciencias en los textos de Ciencias Naturales y su Aplicación en el Aula

Sanguinetti, Marcela; Figueroa, Juan Pablo; Fonticelli, Ana; Krom, Natalia

Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico. Profesorado en Física y Física Aplicada.
msanguinetti@utn.frba.edu.ar

Resumen

Los procesos de transformación curricular promueven el empleo de la Historia de las Ciencias (HC) como recurso didáctico en el aula de ciencias naturales. Sin embargo los libros de texto presentan a la actividad científica desde un enfoque empirista y desconectada del contexto social y cultural. Uno de los propósitos del taller consiste enanalizar las corrientes historiográficas que difunden estos textos.

La dinámica del primer encuentro consistirá en aplicar una grilla para la evaluación de los materiales, para luego compartir los resultados constatando la manera en que las evidencias obtenidas se vinculan con las hipótesis. En el segundo encuentro se discutirán paradojas, anécdotas yanalogíasfísicas evitando lapseudo-historia, la hagiografía y la historia Whig.

Como cierre, se aplicarán en el péndulo de Foucault y la caída de un punto material desde la Dinámica de Lagrange, la herramienta llamada V epistemológica de Gowin.

Se pretende que la historia contadasea un epítome para llevar al aula del nivel secundario y superior. De esta manera, a partir de trayectorias en los aprendizajes, abordadas desde distintas fuentes bibliográficas, será posible recrear el proceso de construcción del conocimiento científico (C.C.).

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Profesores de Física, Química, Biología de todos los niveles.

Cupo mínimo de participantes: 8 participantes.

Cupo máximo de participantes: 32 participantes ya que en principio somos cuatro talleristas para guiar el trabajo grupal.

Pre-requisitos para el taller: pedimos a los participantes que traigan preguntas o inquietudes para luego constatarlas con las categorías de análisis e incluirlas si es que no fueron contempladas dentro de las mismas.

Material solicitado a los participantes: uno o dos libros de textos utilizados por cada participante como recursos didácticos y, si los acompañan, sus respectivas guías docentes y/o anexos que correspondan a ediciones actuales. Les pedimos otro ejemplar cuya edición sea anterior al 2010. De todas formas contribuiremos con nuestros materiales para contribuir a la variedad.

Objetivos

- Dar cuenta de la importancia del uso de la historia para legitimar una disciplina y educar.
- Señalar en qué casos se emplea la HC como recurso didáctico, en particular cuando los productores son argentinos.
- Confrontar el carácter externalista vs el internalista del C.C.
- Dimensionar el papel de las controversias, anécdotas y paradojas en la enseñanza de ciencias.
- Discutir acerca de la neutralidad del C.C.
- Buscar la existencia de patrones tanto dentro de cada editorial como por año.
- Comparar en los casos que fuera posible, los resultados obtenidos en distintas ediciones de un mismo libro dentro de la misma editorial.
- Describir el aporte de las guías docentes al empleo de este recurso de acuerdo a las categorías.
- Despertar el interés de los colegas de solicitar la inclusión de producciones de los historiadores argentinos en próximas ediciones de textos ya existentes para difundir una imagen de ciencia que clarifique la naturaleza del conocimiento científico.
- Analizar el empleo de la perspectiva histórica dentro de distintos niveles y paradigmas.
- Detectar en las últimas ediciones si existió avance, respecto de las anteriores, en la forma de presentar la historia evolucionando desde la historia del progreso hacia la "microhistoria" constructivista.
- Comparar, en todos los casos que fuera posible, con los resultados obtenidos entre disciplinas.

Marco teórico y encuadre didáctico:

El enfoque histórico debe ser utilizado como un recurso que contribuya a que los alumnos adviertan que las ciencias son el producto de la actividad humana y que, por lo tanto, tienen que ver con la cultura científica, dentro de nuestro contexto socio cultural (Izquierdo, 1996).

Esta motivación ha colocado al enfoque ciencia-técnica-sociedad en un lugar destacado frente a la necesidad de responder a la llamada "alfabetización científica del ciudadano", tal como lo dispone la Ley Nacional de Educación y aparece reflejado en la versión preliminar de los Diseños Curriculares de la Provincia de Buenos Aires. El puente histórico es un camino posible, no el único, a la hora de llevar la ciencia al aula mostrando como la ciencia puede ser adecuada para despertar vocaciones, o al menos a incentivar la construcción de vocaciones

Según el historiador de la ciencia HelgeKragh (1989) para alcanzar una perspectiva adecuada de la dinámica real de la ciencia moderna es necesario un análisis que será histórico, no solo en el sentido que contempla la ciencia en su dimensión temporal, sino también en el sentido de que utiliza las técnicas y métodos que caracterizan la investigación histórica.

Para recrear este estilo historiográfico bastará con debatir algunos interrogantes ya que "no somos historiadores ni lo queremos ser" *(Ardúriz Bravo, 2011)*

¿Cuáles son los sucesos ocurridos en el pasado que pueden considerarse científicos, de modo que puedan ser considerados en este análisis historiográfico de textos?

¿Existen límites temporales para la HC?

¿Existe una única metodología científica?

¿Es el término "revolución científica" sólo una etiqueta sin contenido ó el mismo contiene algún aspecto útil para la educación?

¿Cuáles son los inconvenientes de centrarse en una perspectiva anacrónica?

¿Es el conocimiento científico objetivo y el conocimiento histórico subjetivo?

¿Cómo hacer una evaluación de las fuentes al momento de elegir un tema para el aula?

¿Existe algún documento curricular que considere trabajar las ciencias desde la perspectiva histórica propuesta al dar respuesta a los interrogantes anteriores?

Estas discusiones tienen el propósito de explicitar la evolución "*de la histórica del progreso a la microhistoria constructivista*" (Hurtado de Mendoza, 2004)

Contenidos:

Durante el primer encuentro se analizarán los contenidosde HC abordados desde un campo conceptual elegido por cada par de participantes en la unidad del texto elegida.

En el segundo encuentro, Juan Pablo, repartirá entre los participantes paradojas, sofismas y falacias de la HC para llevar al aula del nivel secundario según criterios históricos. En esta misma línea de aplicación del recurso histórico para generar unidades didácticas, Natalia responderá al interrogante:¿Quién es la primera persona que demuestra que la tierra es redonda?

Esta actividad de investigación, guiada por cinco sucesos históricos, consiste en una de las directrices didácticas presentada por Ardúriz Bravo (2005) para que cada profesor pueda diseñar sus propias actividades didácticas. Desde anécdotas responde al interrogante en dos versiones. Primero

apuntando al contexto de la escuela secundaria, posteriormente realiza una descripción del Péndulo de Foucault para el profesoradocomo aplicación de sistemas no inerciales.

Ana, para finalizar, interpreta la caída libre de un punto material empleando el recurso analógico denominado epítome. Ella parte del campo fuente de la Teoría Newtoniana para presentar la introducción a la Dinámica de Lagrange en el nivel superior. Ellas recurren a la V de Gowin para sistematizar y difundir los conceptos y metodologías abordados

Metodología

La introducción al taller consiste en presentar algunas referencias a la naturaleza de las ciencias realizadas por historiadores argentinos que se dedican actualmente a la didáctica de las ciencias naturales. Ellos proponen abordar la construcción del conocimiento como una empresa abierta y en construcción, no anónima. Los contextos de producción del conocimiento salen a la luz a partir de las controversias, estudio de casos, anécdotas, mitos y paradojas poniendo en evidencia el carácter externalista, no lineal de la construcción del C.C.

Luego cada par de participantes elige un campo conceptual abordado en cada texto a analizar, para aplicarle la grilla de evaluación. Se discutirán los resultados obtenidos en cada editorial.

También se procederá, durante el segundo encuentro, al análisis del empleo de dispositivos didácticos de evaluación. Esta alternativa innovadora tiene el propósito de favorecer la internalización de conceptos y metodologías propias del C.C recurriendo a sus contextos de producción y dejando un mapa explícito de la trayectoria seguida por el estudiante al abordarlos.

Evaluación

Se les propondrá a los participantes responder a una encuesta, como rúbrica holística, para la evaluación sumativa del taller. Antes de entregar la encuesta se discutirá este tipo de rubrica elaboradas a partir de descriptores desde una escala de logros para:

a- Identificar aspectos de la planificación del taller a mejorar.

b- Conocer su valoración personal de la propuesta.

c-Evaluar la posibilidad de crear un nexo de intercambio de materiales de producciones locales, nacionales y extranjeras.

d- Reflexionar acerca del posible uso de la historia de las ciencias, como recurso didáctico en el aula para difundir una imagen de ciencia contextualizada y abierta.

e-Identificar el grado de reflexión acerca de la propia práctica docente como disparador de replanteos en el diseño de actividades para el aula.

Para completar la misma, le pedimos simplemente que marque colocando una cruz las opciones que considere más adecuadas en cada pregunta, excepto en los casos donde se solicite expresamente otro tipo de respuesta.

Bibliografía

Ardúriz-Bravo, A. (2005) *"Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales"*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.

Ardúriz-Bravo, A. (2011) *"Diseño, implementación y evaluación de "historia de las ciencias" para la profesionalización del profesorado de ciencias".* I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tandil. Buenos Aires.

Boido, G (1993). *"La polémica sobre el enfoque whig en la historia de las ciencias*". *Análisis Filosófico XIII nº 2, p.131.*Buenos Aires.

Boido, G (1995). *"Historia de la Ciencia y Vida de la Ciencia".Revista de Enseñanza de la Física. Asociación de profesores de Física de la argentina.* Vol I, pp.19-25. Buenos Aires.

Dirección General de Cultura y Educación (2010) "Diseño Curricular para la Educación Secundaria Ciclo Superior 4to año Introducción a la Física: Versión Preliminar" Buenos Aires.

Hurtado de Mendoza, D. (2003). *Despertando vocaciones.* Buenos Aires. Feria del Libro.

Hurtado de Mendoza, D. (2004). *"De la historia del progreso a la microhistoria constructivista".*Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires.

Izquierdo, M. (1996). *"Relación entre la historia y la filosofía de la ciencia y la enseñanza de las ciencias".* Alambique. Didáctica de las ciencias Experimentales 8, pp 7-21*.* Barcelona.

Kuhn, T. S (1992) *¿Qué son las revoluciones científicas?*, Piados. Barcelona.

Kragh, H. (1989) *Introducción a la Historia de la Ciencia*. Barcelona. Crítica.

Langue, V (1984) *Física al alcance de todos. Paradojas y sofismas Físicos.* Editorial Mir. Moscú

Recursos materiales y tecnológicos a utilizar durante el desarrollo: Fotocopias de la grilla de análisis y de la encuesta final. Cañón o dispositivo para proyección de filminas.

Taller TB 13:

Enseñanza de Ciencias Básicas para la Apropiación Tecnológica: "Soluciones Energéticas Sustentables para la Vida Cotidiana basado en Energía Solar".

Romero, Gustavo Norberto[1]; Beltrame, Celso Darío[2]

1: Facultad Regional Parana-UTN. gustavoromero@frp.utn.edu.ar; gusurdi@gmail.com

2: Facultad Regional Parana-UTN

Resumen

"Haciendo se aprende mejor": descubrir y comprobar despierta la curiosidad que actúa como motivador[8] contrarrestando la falta de interés por el estudio, y generar preguntas que llevan a fijar conocimientos.

Fomentar en los docentes de física de escuela media el espíritu del divulgador y el uso de soluciones energéticas para las implementaciones domésticas basadas en energía solar; así como dotar al docente de una herramienta sencilla, atractiva, y

de bajo costo, que mejore la comunicación con el estudiante y los motive al aprendizaje de ciencias [7].

Aplicación de la teoría del aprendizaje significativo[6], donde se parte de la experiencia previa y se corrigen conceptos erróneos; y mediante la práctica de construcción de cocinas solares[10] llegar rápidamente a experimentar formas de manejo de la energía solar a pequeña escala, haciendo posible relacionar y comprobar varios principios físicos que se enseñan en la teoría.

Que el participante tenga un panorama general del uso de la energía solar, con análisis de distintos casos, que pueda relacionar fácilmente con los fundamentos teóricos de la física y que sea capaz de adaptar diferentes soluciones con diferentes materiales para repetir en otros ámbitos, basado en la utilización de elementos cotidianos.

Duración:

Día 1: Encuesta diagnóstica 0,5 horas; Teoría: 1,5 hs; Trabajo de Taller 2hs

Día 2: Exposición Teoría 1hs; Trabajo de Taller 2hs; Coloquio y Evaluación 1h

Destinatarios:

Docentes de Física o Tecnología y divulgadores, de escuela secundaria.

Cupo de participantes: mínimo (10) Diez

Cupo de participantes: máximo (30) Treinta

Pre-requisitos para el taller: No requiere.

Material solicitado a los participantes: Los materiales didácticos necesarios para desarrollar eficazmente las actividades son cartón, papel metalizado reflectivo, pegamento de cola vinílica, cinta de embalar, plástico transparente, pintura negra, papel de periódico.

Los organizadores del taller llevarán material para la realización de (1) un equipo demostrativo de cada clase. Su uso permite facilitar la comprensión y mantener el interés sobre los temas o actividades.

Objetivo

Ejercer el cometido de la Universidad, de Docencia y Extensión, con el compromiso social de popularización de las ciencias; capacitar a divulgadores con enfoque de responsabilidad medioambiental, enseñando soluciones con energía solar gratuita para uso doméstico; usando tecnologías disponibles y accesibles; con fundamentos científicos.

Objetivos particulares

- Dotar al docente del curso de una temática ecológica para la realización de talleres, atractivos, de bajo costo, flexibles, de interés actual y de aplicación inmediata, con buena relación con la tecnología y la solución a problemas cotidianos, y su estrecha relación con los conceptos impartidos en Física.

- Capacitar al docente del curso con información disciplinar, técnicas de uso de herramientas y manejo necesarios de distintos materiales para adaptar a diferentes soluciones tecnológicas, aprovechando lo que el alumno ya sabe.

Marco teórico y encuadre didáctico

El evento formativo estará abarcado por dos ejes temáticos (**E5.** *La Física y su relación con otras disciplinas. Desarrollo Sustentable. y* ***E9.*** *Educación en espacios no formales. Alfabetización Científica. Popularización de la ciencia.*), y será abordado mediante una propuesta de exposición de los conceptos teóricos con ejemplos explicados por parte del personal responsable del taller, mostrando diferentes técnicas constructivas que respeten premisas de diseño en base a los conceptos físicos puestos en juego para el logro de diseños funcionales.

Como *marco teórico* se aprovechar la estructura cognitiva previa de los estudiantes/docentes para interactuar con nuevos conocimientos o aplicaciones orientadas a la temática propuesta, y *la experimentación de "hacer y comprobar"*, para establecer relaciones significativas entre la teoría y la práctica, para construcción de un aprendizaje mas duradero.

En cuanto al *encuadre didáctico* se presentarán los contenidos conceptuales en forma estructurada en cuanto a los principios de la física, y sus aplicaciones inmediatas con ejemplos, y posteriormente se verificará con la práctica, antes de pasar al taller.

Contenidos

Día 1: (4hs)

- Encuesta diagnóstica para relevar los conocimientos previos
- Uso de herramientas y conocimiento de materiales a usar.
- Exposición de diferentes principios físicos utilizados, diferentes modelos de cocinas horno basadas en efectos invernadero, propiedades de los colores y aislantes térmicos; comprobaciones en pequeña escala.
- Trabajo de Taller 2hs, donde se construirá un horno solar y varios tipos de cocinas funcionales, que deberán ser culminados antes de las 13hs a fin de poder probar su funcionamiento con energía solar. Y un calentador de aire solar. Puesta en común. Coloquio.

Día 2: (4hs)

- Exposición sobre el funcionamiento de parábolas y calefones solares.
- Exposición de diferentes principios físicos utilizados, diferentes modelos de cocinas parabólicas, diferentes formas de trazar parábolas, comprobaciones en pequeña escala, diferentes tipos de calentadores de agua y calentadores de aire
- Trabajo de Taller 2hs, donde se enseñará la construcción de una parábola como cocina solar y un calefón solar. Coloquio y Evaluación 1h

Metodología y Evaluación

Esta propuesta abarcará dos dimensiones: Una pedagógica donde se vierten conceptos teóricos, y otra técnico-instrumental, donde se debe trabajar con diferentes materiales e instrumentos de medición.

Al final se hará un coloquio y un examen de cierre, que permitirá contrastar la evolución cognitiva y desempeño general de los participantes en la asimilación de contenidos del taller (proceso enseñanza y de aprendizaje), en vistas a su posterior reproducción.

Se pretende que el participante haya podido experimentar con energía solar, relacionar los conceptos teóricos con la aplicación práctica en la construcción de dispositivos útiles que aprovechen la energía solar, y aportar desde la enseñanza de la física a la formación de conciencia ambiental, para un futuro sustentable.

Bibliografía:

(1) **Astolfi, J.P**.., 2001, **Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas,** Diada Editora, Sevilla- (INTERNET)

(2) **Campanario, J.M. y Moya, A** , 1999, **¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas,** Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), pp. 179-192. Barcelona- (INTERNET)

(3) **Carretero, M** (1996) Construir y enseñar. Las ciencias experimentales. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

(4) **Carretero, M., Limón M.** : "La construcción del conocimiento escolar" (compiladores) José Arnay y Maria José Rodríguez. (1997), Barcelona, Paidós

(5) Mc DERMOTT, L., 1993**,** Como enseñamos y como aprenden los estudiantes ¿Un desajuste? **Revista de enseñanza de la Física, APFA, vol 6, Nº2**

(6) MOREIRA, M. A. , **2010,** Aprendizaje significativo de las ciencias: condiciones de ocurrencia, progresividad y criticidad, **Instituto de Física da UFRGS , http://www.jornadasceyn2.fahce.unlp.edu.ar/actas/moreira**

(7) **Pozo, M. J. – Gómez Crespo, M**. Aprender y Enseñar Ciencia del conocimiento cotidiano al conocimiento cientifico .(1998) Madrid: Ediciones Morata.

(8) **Spector M. Ferrari, L.** ENSEÑANDO, DE LA PRÁCTICA A LA TEORÍA, 2013- SAM-CONAMET- Poster

(9) **Richar, D.y Celman S.** Programa de mejora de la enseñanza de la física en la escuela media- ME, 2008- Informe final,

(10) Taller de Cocinas Solares- PUERTO CIENCIA® Museo Interactivo de Ciencias UNER

(11) TOBON, R., PEREA A. **1985,** Problemas actuales en la enseñanza de la Física, **Revista de enseñanza de la Física, APFA, vol 1, Nº1**

(12) ZAMORANO, R; DELL´ORO, G; NORMA, S**, 1994,** Diagnostico de ideas previas en física**, Revista de enseñanza de la Física, APFA, vol 7, Nº2**

(13) (Resolución Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Nación Nro 1777/2012), Convocatoria a las Universidades Nacionales a la presentación de Proyectos para la "**Mejora de la Formación en Ciencias Exactas y Naturales en la**

Escuela Secundaria. Bases y Condiciones" http://normasnacionales.wordpress.com/2012/10/18/mejora-de-la-formacion-en-ciencias-exactas-y-naturales-en-la-escuela-secundaria/ *Apoyar el mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Exactas, Ciencias Naturales y Tecnología, contemplando la formación docente continua y la capacitación para la implementación de materiales didácticos. (fuente: INTERNET)*

Taller TB 14:

El Diseño de la Enseñanza y su puesta en Práctica en las Clases de Física empleando Instrumentos Tecnológicos como las Animaciones

Avila, Marta[1]; Molina, Susana B.[1];
Medina, Susana[2]; Vilte, Adrián[1]

1: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.
rodocrosita1035@yahoo.com.ar

2: Escuela Preuniversitaria "Fray Mamerto Esquiú"

Resumen

Tanto en la formación inicial como en la continua se requiere de un docente que posea habilidades y conocimientos mínimos para encarar la incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el aula. La utilización de la computadora puede reorganizar nuestro modo de reflexionar produciendo un cambio cualitativo pero la tecnología por si misma no mejorará la calidad de la educación sino que son los contextos de uso los que determinan la capacidad para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje.

Este Taller se lleva a cabo en el marco del proyecto *"Los procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las TIC a las carreras de Física y Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca: su transferencia al nivel medio".* El Taller es una herramienta metodológica importante de la investigación-acción adoptada para hacer transferencia de conocimientos. La propuesta incluirá: 1) Explicitación de las concepciones alternativas, 2) Realización de experiencias sobre temperatura y calor, 3) Elaboración de guías de aprendizaje y 4) Utilización de animaciones. Con ello se pretende que los participantes logren propiciar la incorporación de recursos tecnológicos en sus contextos reales.

Duración: ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial

Destinatarios: docentes que se desempeñan: a) nivel primario, b) nivel secundario (en las asignaturas Física y Química)

Cupo Mínimo de Participantes: 20

Cupo Máximo de Participantes: 40

Pre-Requisitos para el Taller: Ninguno

Material Solicitado a los Participantes: Los participantes pueden traer netbook o notebook si disponen de las mismas. Lo solicitado no es excluyente para su incorporación al Taller.

Objetivos:

- Considerar la posibilidad de incorporar en las clases de Física las TIC de manera consciente y responsable que atienda las demandas del actual contexto sociocultural
- Generar en los docentes una actitud positiva que permita la aplicación de una metodología de enseñanza promoviendo aprendizajes significativos mediados por recursos tecnológicos y mejorando los rendimientos académicos en Física
- Reflexionar sobre aspectos del accionar docente en contextos mediados o no por actividades que incluyan instrumentos tecnológicos como las animaciones
- Facilitar la realización de actividades sobre temas como temperatura, calor, etc. Incorporando la animación como recurso complementario a la experimentación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula

Marco Teórico y Encuadre Didáctico

La formación docente se da como un proceso de desarrollo profesional continuo que se inicia con el ingreso a la institución formadora y que trasciende la finalización de la carrera, porque avanza durante la vida profesional como formación docente continua.

Los nuevos escenarios educativos que se avecinan en nuestro país para el desempeño docente, incluyen a las tecnologías como un componente significativo. El programa Conectar Igualdad que se está llevando a cabo, junto al modelo 1 a 1, una computadora por alumno, no sólo brindará el dispositivo tecnológico de la netbook a docentes y alumnos, sino que requiere que el docente en ejercicio, sea novel o con trayectoria,

posea habilidades y conocimientos mínimos para encarar la incorporación de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en el aula.

Los cambios introducidos en la tecnología siempre van acompañados de una multitud de otros cambios en los procesos sociales y pautas de actividad; y tal vez sean estos últimos, no las "tecnologías mismas", los que ejercen el mayor impacto global en el cambio social (Burbules, Callister, 2006:23).

En el ámbito educativo, todo cambio consta principalmente de tres aspectos:

- Un cambio a partir del posible uso de materiales didácticos nuevos o revisados, lo cual incluiría las tecnologías.
- Nuevos sistemas de enseñanza, actividades, estrategias
- Las posibles alteraciones de las convicciones, lo que incluye teorías pedagógicas y cuestiones culturales

En general, varios autores como los ya mencionados destacan la importancia del cambio cultural que debe necesariamente acompañar el cambio tecnológico. Se producirá un cambio cualitativo si la utilización de la computadora puede reorganizar nuestro modo de reflexionar.

Hay que recordar que la tecnología por si misma no mejorará la calidad de la educación ni hará que los alumnos aprendan más Física, "son los contextos de uso, y en el marco de estos contextos la finalidad que se persigue con la incorporación de las TIC, los que determinan su capacidad para transformar la enseñanza y mejorar el aprendizaje (Coll, 2008:1)

Contenidos

Teoría Cinética Molecular. Temperatura. Escalas termométricas. Calor: su naturaleza. Diferencia entre calor y temperatura. Formas de transmisión del calor. Equilibrio térmico.

Metodología y Evaluación

El presente Taller se lleva a cabo como parte del estado de avance del proyecto "*Procesos de innovación en las prácticas educativas basados en la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación a las carreras de Física y Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Catamarca: su transferencia al nivel medio".*

En la investigación se adopta la investigación-acción donde el Taller es una herramienta metodológica importante para hacer tanto diagnósticos de situación como transferencia de conocimientos.

El Taller incluirá distintas actividades relacionadas con la temática:

- Explicitación de las concepciones alternativas
- Realización de experiencias sobre temperatura y calor
- Elaboración de guías de aprendizaje
- Utilización de recursos tecnológicos como las animaciones

La evaluación de los participantes del Taller se realizará mediante la participación de los integrantes en las distintas actividades propuestas. Después de cada actividad se efectuará la puesta en común con el propósito de socializar los aprendizajes.

Al final, se requerirá las respuestas a un Cuestionario con la finalidad de evaluar la propuesta didáctica presentada en el Taller.

Bibliografía:

BROWN, S.C. (1966) *El conde Rumford, físico extraordinario*. Buenos Aires, Eudeba.

LIGHTMAN, A. (1995) *Grandes ideas de la Física. Cómo los descubrimientos científicos han cambiado nuestra visión del mundo*. Madrid, Mc Graw Hill.

PAPP, D. (1993) *Ideas revolucionarias en la ciencia*. Tomo I. Capítulo IV *Las grandes alternativas. El calor, ¿sustancia o movimiento?* Chile, Editorial Universitaria.

Taller TB 15:

La Potencialidad Didáctica del Trabajo con Problemas Abiertos en la Física Escolar

Cyrulies, Ernesto[1]; Di Cosmo, Carlos[2];.
Trinidad, Oscar[3]

1: CIIE San Miguel, U.N. de Gral. Sarmiento (UNGS).
2: CIIE Luján, ISFDNº141 y 23 Luján. carlosdicosmo@hotmail.com
3: INFoD, Dirección de Formación Continua de la provincia de Buenos Aires

Resumen:

La Dirección de Formación Continua de la provincia de Buenos Aires brinda cursos de formación a docentes de la jurisdicción, en los cuales se promueve mayormente la reflexión sobre la práctica docente. En el área de la física, las propuestas de los últimos años se encuentran enfocadas al acompañamiento de los profesores, en el análisis e implementación de los diseños curriculares del área, en los cuales se prescriben contenidos y orientaciones didácticas específicas, que por cierto se encuentran muy lejos de las tradicionales clases expositivas. Una de las propuestas de formación presentada a los docentes durante el

presente año, se encuentra centrada en el diseño y resolución de problemas abiertos, que requieren estrategias de resolución donde se incluyen actividades experimentales. En el presente taller, se recrea parte de esta propuesta de formación, en donde se trabaja la resolución de problemas relacionadas a los conceptos físicos de **trabajo**, **potencia** y **rendimiento.**

El taller brinda una propuesta de trabajo cooperativo, en el cual las actividades experimentales se diseñan y utilizan para tomar los datos empíricos necesarios para la resolución de los problemas propuestos. Se espera utilizar los recursos que nos brindan las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) para optimizar la toma de datos y su posterior análisis.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Docentes de nivel medio y alumnos de profesorados.

Cupo Mínimo de Participantes: 10 (diez).

Cupo Máximo de Participantes: 30 (treinta).

Pre-Requisitos para el Taller: Conocimiento básicos sobre TIC.

Se Solicita a los Participantes: Netbook, cámara digital o celular.

Objetivos:

- Lograr modelizaciones para la resolución de un problema.
- Implementar acciones de medición con instrumentos específicos que permitan entender su potencialidad dentro de un marco de aprendizaje.
- Enriquecer y mejorar las prácticas de enseñanza en relación con las estrategias didácticas consensuadas actualmente y explicitadas en los Diseños Curriculares que implican un aprendizaje significativo de la Física.
- Analizar, con una visión crítica, la propia práctica en relación con las actividades experimentales buscando una metodología superadora.
- Elaborar criterios para la selección de recursos TIC que puedan ser incorporadas en el diseño e implementación de actividades experimentales
- Diseñar actividades experimentales que incluyan recursos TIC en el marco de la enseñanza de la Física.

Recursos Materiales aportados por los Oferentes:

Instrumentos de medición eléctrica; cintas métricas; motores de 3-6 V CC; reductores de velocidad; fuentes de CC; cables de conexionado, módulos de conexión (interruptores, nodos, inversoras); pesas, resortes, hilo; soportes, trípodes, cámara fotográfica, alargues, bomba centrífuga 12 V CC; mangueras.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico:

Con la presente propuesta, los asistentes realizarán actividades grupales de laboratorio con material concreto, con lo que se espera favorecer un aprendizaje más significativo y promover reflexión sobre la práctica. Se plantea un problema del cual no se tiene respuesta inmediata, sino que requiere una puesta en práctica de un diseño experimental, acordado colectivamente, con el cual se registrarán los datos necesarios para construir aquella respuesta. Esta estrategia de trabajo es sugerida por muchos autores (Crespo Madera et al 2002, García Rodríguez y Cañal 1995), quienes sostienen que aprender significa comprender, pero esto no consiste simplemente en incorporar datos ya hechos, sino en redescubrirlos y reinventarlos desde la propia actividad del sujeto. En la construcción del conocimiento, no sólo se ponen en juego actividades experimentales, sino también la modelización de los fenómenos, además de la aplicación de recursos TIC tales como simuladores, filmaciones, procesadores de imágenes, etc.

Por otro lado, asumimos con la implementación del presente taller que una enseñanza explícita no es sinónimo de "transmisiva de un modo directo" , sino que se refiere a un enfoque que permite hacer visible la naturaleza de la ciencia, mediante contenidos que se desarrollan en actividades variadas en contextos adecuados (Acevedo Díaz, José; 2008). Por otro lado, entendemos que es recomendable la realización de prácticas donde el rol activo no esté centrado en el docente, sino que las estrategias puestas en juego se construyan de modo colectivo, desde los saberes de los cursantes, las experiencias propias y sus habilidades. Posiblemente, este formato de participación colectiva, y de trabajos con situaciones problemáticas bien diferenciadas de los ejercicios de resolución

algorítmica aún no esté suficientemente implementado en el nivel secundario.

En cuanto a recursos TIC, si bien es cierto que, por ejemplo, la aplicaciónn de algunos de estos recursos despiertan entre el profesorado enormes expectativas, saber cómo utilizarlas de manera eficiente no siempre está tan claro (Bohigas, Novell, Jaén; 2006). Entendemos que se debe realizar un profundo análisis tratando de encontrar el papel que estos recursos toman dentro de sus modelos didácticos, entendiendo que no existe a nuestro entender, recurso TIC que genere prendizajes dentro de la ciencia escolar, sin la debida mediación docente. Esperamos que parte de este análisis se produzca en el presente taller.

Contenidos:

Diseño de actividades experimentales para la determinación empírica del rendimiento de dispositivos eléctricos. Anticipación de problemas técnicos y de construcción de dispositivos experimentales. Utilización de problemas abiertos en la enseñanza de la Física.

La medición y registro de información durante la experimentación. Procesamiento de datos con planillas de cálculo a través del armado de algoritmos elementales. Obtención de datos a partir del análisis de videos. El uso de software específico para obtención de datos: SpanishDub, Avidemux, ImageJ.

Metodología y Evaluación:

Las actividades propuestas deberán ser realizadas en forma grupal, de a tres o cuatro integrantes en modalidad taller. Los asistentes tendrán las consignas escritas en un material a repartir por grupo.

El plan de actividades del taller consiste en dos clases. En la primera se inicia la actividad con una situación problemática: la determinación del rendimiento de un pequeño motor eléctrico en determinada situación de funcionamiento. Se trabaja en la metodología necesaria, se discuten modelos y en el segundo encuentro se realizan mediciones que darán los datos a utilizar para resolver el problema. Se propone la filmación de secuencias de trabajo con los dispositivos para registrar los datos de las variables relevantes a través de programas de edición de videos. Posteriormente, el procesamiento de datos se realizará con planilla de cálculo u otro programa de uso accesible.

La evaluación consistirá en el planteo de un problema abierto, por parte de los asistentes y su propuesta, en papel, para resolverlo. Deberá contemplar la posibilidad real de construcción de un montaje experimental. Queda abierta la posibilidad de que sea individual o grupal.

Bibliografía:

ACEVEDO DIAZ, J. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. Revista Eureka sobre enseñanza de las ciencias. Abril 2008. pp 133-169.

CRESPO MADERA et al (2002). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la física. (monografía). Cuba.

SÉRÉ, MARIE-GENEVIÈVE, La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? Enseñanza de las Ciencias, 2002, 20 (3), 357-368.

XAVIER BOHIGAS; MONTSE NOVELL; XAVIER JAÉN. Cómo, cuándo, dónde utilizar «applets» como ayuda al aprendizaje de las ciencias. Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales • n. 50 • octubre 2006.

Taller TB 16:

Uso de Software en la Enseñanza de la Física

Medina de Jalile, Liliana; Ortiz, Erlinda del Valle

Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas. UNCa. lilianajalile@hotmail.com

Resumen

La incorporación de la tecnología a la enseñanza es casi una exigencia en la práctica docente actual, considerando que el uso de software con fines didácticos permite facilitar el proceso de aprendizaje como una actividad propia del alumno, que el mismo gestiona del modo que considera más adecuado para obtener sus propios objetivos de aprendizaje. Ello hace necesaria la formación de una masa crítica de docentes formados para la realización de actividades que promuevan esta habilidad en los alumnos.

En este Taller se presentan dos herramientas informáticas que se consideran apropiadas a tal fin, se analizan actividades propuestas y se espera que los docentes diseñen

otras actividades a partir del conocimiento del software.

Se escogió Geogebra por ser de libre acceso y estar instalado en las computadoras personales del programa Conectar Igualdad. Física con Ordenador es un programa interactivo, con teoría y ejemplos mediante simulaciones realizadas en lenguaje Java que permite complementar la interactividad de los conceptos teóricos-prácticos de la enseñanza presencial.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: docentes de enseñanza media. Alumnos avanzados de profesorado en Física

Cupo: 10 mínimo a 20 máximo.

Pre-Requisitos: conocimientos de mecánica clásica y fundamentos de didáctica de las ciencias.

Material Solicitado a los Participantes: notebook

Objetivos:

Que los docentes:

a) Adquieran conocimientos acerca del software libre Geogebra y el utilitario Física con ordenador, de acceso libre en Internet, y sus posibilidades como recursos para la enseñanza de la Física.

b) Valoren actividades previamente diseñadas desde el punto de vista didáctico y diseñen nuevas actividades.

Marco Teórico y Encuadre Didáctico

La incorporación de la tecnología a la enseñanza es casi una exigencia en la práctica docente actual, considerando que el uso de software con fines didácticos permite facilitar el proceso de aprendizaje como una actividad propia del alumno, que el mismo gestiona del modo que considera más adecuado para obtener sus propios objetivos de aprendizaje. En este contexto el grupo de alumnos se constituye en un conjunto más de recursos para el aprendizaje, reconociendo los conocimientos y experiencias previas y capitalizando la sinergia del grupo para lograr los objetivos de aprendizaje y se hace necesaria la formación de una masa crítica de docentes formados para la realización de actividades que promuevan esta habilidad en los alumnos, y con conocimiento previo del software a utilizar y el análisis de sus posibilidades de aplicación didáctica.

El uso software libre como apoyo a las actividades de aprendizaje modifica el rol de los docentes, quienes se transforman en tutores de los alumnos durante su interactividad con el utilitario, en el sentido de asumir funciones de orientación en las decisiones individuales o grupales y de ayuda en el uso específico de los comandos.

Se remarca la necesidad del conocimiento previo del software a utilizar por parte de los docentes y el análisis de sus posibilidades de aplicación didáctica.

El uso de software libre favorece la generación de diferentes opciones para el desarrollo de actividades, multiplicando las formas de encarar un mismo problema y las posibilidades de aplicación de los nuevos aprendizajes, aprovechado los errores y la heterogeneidad de conocimientos y experiencias previas. Se pone énfasis en fomentar la

experimentación –mucho más sencilla con ayuda del software– que lo llevará al descubrimiento de regularidades y pautas de comportamiento de las variables intervinientes en los fenómenos físicos, el reconocimiento de estructuras y patrones como también de los diversos modos de representación (gráfica, algebraica, numérica).

Para el presente Taller se diseñaron actividades de aplicación de Geogebra que no implicaran una mera aplicación mecánica del software, sino que permitieran descubrir los nexos lógicos entre los aprendizajes mediados por el profesor, el texto o el software, con lo que se aspiraba a lograr aprendizajes más significativos.

El diseño de las actividades se realizó bajo la condición de facilitar el proceso de aprendizaje como una actividad propia del alumno, para ello se analizan los objetivos que se pretende lograr, desde el punto de vista de las competencias que se espera desarrollar a través de la enseñanza de la Física.

La elección del software libre Geogebra se fundamenta en la libre disponibilidad y el tipo de comandos, que posibilitan a los alumnos crear secuencias sencillas de actividades acordes con su propio proceso de aprendizaje.

La aplicación del utilitario Física con Ordenador (García, 1998-2011) se escogió por su potencia como simulador y su condición de libre acceso en la pagina web, que lo hacen atractivo y motivador para los alumnos. Además, permite desarrollar una mayor comprensión del estudio de la Física, de acuerdo con un modelo amplio en el que se combinen las posibilidades de las tecnologías de la información y las comunicaciones con las actividades tradicionales de formación.

Contenidos

Unidad n° 1: Uso de Geogebra para la construcción de gráficos, discusión de variables, parámetros, unidades. Análisis de actividades propuestas desde el punto de vista didáctico.

Unidad n° 2: Estudio del Movimiento Armónico Simple, M.A.S. con Física con Ordenador. Análisis de actividades

Unidad n° 3: Diseño de actividades usando Física con ordenador y construcción de gráficos con Geogebra.

Metodología

Se propondrán a .los participantes actividades previamente diseñadas con el software previsto y se propiciará el trabajo en grupos colaborativos para la elaboración de propuestas didácticas que puedan desarrollar en sus clases.

Evaluación: los requisitos para la aprobación del Taller son:

- Asistencia a ambas clases (al menos 6 hs)
- Participación en las actividades propuestas.
- Diseño de una clase y elaboración de la guía que utilizarían con sus estudiantes.

Bibliografía

Bartolomé, A. Blended learning. Conceptos básicos. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación* 23, 7-20, 2004.

García, A. F. http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/oscilaciones/mas/mas.htm. 1998-2011.

Goodson, C. & Miertschin, S. *Álgebra con aplicaciones técnicas*. Limusa. México, 1991.

Gross, B. *Diseños y programas educativos. pautas pedagógicas para la elaboración de software*. Ed. Ariel. Barcelona, 1997.

Gross Salvat, B. *El ordenador invisible. hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza*. Ed. Gedisa Barcelona, 2000.

Guzmán, M. Programas de ordenador en la educación matemática. ¿ficción o realidad?. VELA MAYOR, *Revista de Anaya Educación* 3, 33-4 0, 1994.

Litwin, E. *Tecnología Educativa*. Ed. Paidos. Buenos Aires, 1995.

Litwin, E. (coord.). *Enseñanza y tecnología en las aulas para el nuevo siglo*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, 1997.

Medina, L. & Figueroa, C. Estrategias didácticas orientadas a facilitar la asimilación de contenidos de Álgebra y Geometría con apoyo de medios electrónicos. *Investigaciones docentes en Ingeniería, UNT*. 2007.

Medina, L.V., Ovejero, M. Actividades de los alumnos aplicando Software libre, en el aprendizaje de Álgebra Lineal y Geometría Analítica. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA,* 67-70, 2008.

Medina, L. & Zotto, E. Aplicación de Software Libre en la modelización matemática de fenómenos estudiados en Física I de la Licenciatura en Geología. *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA,* 251-257, 2011.

Navarro Burgos, M. Softwares Libres en la Educación Matemática, *Feria de Pedagogía Matemática,* 2008.

Zarrabeitia, L. Software Libre para Matemática, Universidad de La Habana. 2006.

Taller TB 17:

Técnicas para Fomentar la Participación en el Aula en una Clase de Ciencias

Perez Carmona, María del Carmen;
Tannuré Godward, Benjamin.

Facultad de Cs Naturales e IML. UNT. macapeca2007@gmail.com

Resumen

Los profesores día a día se encuentran con la imperiosa necesidad de crear e implementar nuevas formas de comunicación para interactuar con los alumnos y sus familias y así obtener estudiantes mejor preparados tanto en lo personal como en lo académico. El marco teórico que se utiliza es una aproximación a una posición integradora basada en principios de comunicación y afectividad donde se utilizan las técnicas grupales como estrategias para ello. Se considera al grupo como una forma de asociación humana que comparte intereses y cultura, siendo esto la base para el desarrollo de procesos formativos en los cuales el aprendizaje tiene un papel central como fuente generadora de conocimientos. Éstos darán lugar a

comportamientos tanto individuales como grupales que favorecerán el proceso de E-A y propiciaran una buena relación entre docente-alumno y alumno-alumno.

Duración: Ocho (8) horas reloj de desarrollo presencial.

Destinatarios: Directivos y docentes nivel secundario y superior de todas las modalidades del área de la física.

Cupo mínimo de participantes: 20

Cupo máximo de participantes: 30

Pre-requisitos para el taller: ninguno

Material solicitado a los participantes: ninguno

Objetivos generales:

Mejorar las competencias comunicativas | Desarrollar procesos cognitivos y metacognitivos | Orientar al docente-alumno metodológicamente para que adquiera nuevas técnicas en el proceso de comunicación en los diferentes ciclos.

Objetivos específicos:

Desarrollar procesos de pensamiento autónomo y creativo | Valorar la importancia del lenguaje y su interrelación con el pensamiento: vehículo de acceso a la ciencia, la cultura y la tecnología. | Familiarizar al docente-alumno con diferentes

técnicas grupales | Abordar críticamente diferentes técnicas grupales y analizar las ventajas y desventajas de su aplicación en el estudio de conceptos de Física | Estimular la capacidad de expresión a través de trabajos individuales y grupales que posibiliten la comunicación interpersonal e intergrupal, la discusión, el respeto por la pluralidad de ideas y la participación |Aplicar las técnicas grupales a cursos de segundo ciclo (15-18 años) | Descubrir a las técnicas grupales como instrumentos o medios para el logro de objetivos grupales evitando su utilización mecánica.

Marco teórico y encuadre didáctico:

Los Docentes como integrantes de una comunidad sometida a vertiginosos cambios sociales y avances tecnológicos, cada día se encuentran con la imperiosa necesidad de crear e implementar nuevas formas de comunicación para interactuar con los alumnos y sus familias y así obtener estudiantes con mejor desempeño en el campo personal y académico. Por ello, este curso se convierte en un eje esencial para favorecer el aprendizaje y propiciar una buena relación entre docente-alumno y alumno-alumno.

La comunicación es un elemento primario para establecer la interrelación de los seres humanos en forma efectiva y productiva. Tradicionalmente se ha manejado el concepto de comunicación como un modelo, el cual establece un proceso con actores diversos, en el que se distingue a un orador que emite una idea, la cual es transferida por un medio a algún o algunos receptores con la intención de producir un cambio. Dentro del proceso de enseñanza–aprendizaje, las habilidades expositivas de comunicación juegan un papel muy importante, ya que la función básica del docente es facilitar el aprendizaje y su

herramienta principal es la comunicación. Garantizar la unidad en el proceso enseñanza y aprendizaje, debe ser un objetivo de todo docente y de toda institución educativa. Es incuestionable que el marco por excelencia para concretar esta idea es la clase, ella constituye la forma fundamental de organización del proceso docente, pues permite llevarlo a cabo de forma sistemática y como un proceso único.

Bajo los paradigmas educativos modernos, en las clases que se desarrollan en los establecimientos educativos, el alumno tiene las mayores oportunidades de satisfacer sus necesidades de comunicación, de interrelación con sus congéneres, de expresión, de pertenencia, de percibirse a sí mismo como sujeto activo de su propia formación. Por consiguiente es la clase el contexto idóneo para comunicarse y educar pero, es necesario preguntarse: ¿Se aprovechan todas las oportunidades educativas en la clase, con las llamadas "Clases Magistrales", que son las que más predominan en nuestras universidades? Evidentemente la respuesta es NO, y ello nos induce a la necesidad de concebir el proceso de la clase mediante el empleo de técnicas grupales: actividades que propician que las interrelaciones entre docentes –alumnos y alumnos–alumnos, sean multifacéticas y por tanto conlleven a una comunicación más productiva. Es necesario en este instante, conceptualizar el término dinámica grupal como: "fuerzas que actúan en cada grupo a lo largo de su existencia y que lo hacen comportarse en la forma como se comporta", así lo define Klimberg (1978). Hay que diferenciar dinámica de técnica grupal, para ubicar al lector en nuestra intención: la dinámica nos permite conocer los aspectos del grupo en cuanto a movimiento, acción, cambio, interacción, reacción, transformación, según Kurt Lewin iniciador de la dinámica de grupo en la década de los 40. La técnica grupal nos permite activar los impulsos y las motivaciones individuales y estimula a

la dinámica, para que las fuerzas puedan estar mejor integradas y dirigidas hacia las metas del grupo en el proceso enseñanza – aprendizaje. ¿Conocen los docentes los requisitos para aplicar las técnicas grupales? ¿Cuentan ellos con el dominio suficiente del grupo, para poner en práctica las técnicas grupales?

Para aplicar las técnicas grupales se requiere conocer algunos aspectos que nos permitirán, a su vez, elegir la técnica grupal adecuada. Estas consideraciones son: los objetivos que se persiguen, la madurez y entrenamiento del grupo, el tamaño del grupo, el ambiente físico, las características de los miembros y la capacitación del docente.

Contenidos

¿Qué se entiende por grupo y cuál es su dinámica? | La actitud-Diferencias entre dinámica y técnica | Fuerzas que interactúan en un grupo | Rol del profesor en la dinámica | Clasificación de las técnicas | No todo se aprende del mismo modo | Fundamento de las técnicas y metodologías participativas | Clasificación de las técnicas según los sentidos | Clasificación de las técnicas según los objetivos | Técnicas tradicionales y no tradicionales | Técnicas para desformalización, comunicación, entretenimiento, confianza, participación, solidaridad | Disonancia cognitiva | Sugerencias para aprovechar el espacio físico del aula: redondear el aula | La organización del aula |Como evaluar | Sugerencias para la aplicación de las técnicas grupales.

Metodología

Presencial:

- Exposición.
- Elaboración colectiva.
- Modelado y retroalimentación.
- Trabajo en pequeños grupos.
- Discusión plenaria.

Temas por modulos

Primer módulo: ¿Qué se entiende por grupo y cuál es su dinámica? | La actitud-Diferencias entre dinámica y técnica | Fuerzas que interactúan en un grupo

Segundo módulo: Rol del profesor en la dinámica | Clasificación de las técnicas | No todo se aprende del mismo modo | Fundamento de las técnicas y metodologías participativas

Tercer módulo: Clasificación de las técnicas según los sentidos | Clasificación de las técnicas según los objetivos

Cuarto módulo: Técnicas tradicionales y no tradicionales | Técnicas para desformalización, comunicación, entretenimiento, confianza, participación, solidaridad.

Quinto módulo: Disonancia cognitiva | Sugerencias para aprovechar el espacio físico del aula:

redondear el aula.-La organización del aula

Sexto módulo: Sugerencias para la aplicación de las técnicas grupales-Como evaluar

Indicadores:

- Uso de conceptos específicos pertinentes a cada practica (conceptual)
- Destreza en la preparación de equipo y materiales. (Procedimental)
- Conocimiento y desarrollo de la práctica. (Procedimental)
- Disposición para el trabajo en equipo y organización. (Procedimental)
- Respeto por las ideas divergentes. (Actitudinal)

Bibliografía:

1- Ander-Egg, E. (1985): Técnicas de reuniones de trabajo. Buenos Aires, Editorial Humanitas.

2- Anziew–Martin. (1984). Dinámica de los Grupos Pequeños. Editorial Kapeluz.

3- Ausubel D.P. (1978). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

4- Cirigliano, G; Villaverde, A. (1976). Dinámica de grupos y educación: fundamentos y técnicas Editorial Humanitas.

5- Comoglio, M. (1994). El ciclo vital del Grupo Juvenil. SBD. Centro Salesiano de Estudios San Juan Bosco.

6- Klimberg, L. (1978) Introducción a la didáctica general. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

7- Ojalvo, V. (1998). Comunicación Educativa. Cuba.

8- Olmsted, M.S. (1963). El pequeño grupo. Editorial Paidos.

9- Pichón Riviere, E. (1985). El proceso grupal. Editorial Nueva Visión.

10- Vygotsky, L. S. (1995a). Pensamiento y lenguaje. Paidós: Barcelona.

Taller TB 18:

Evaluacion de las Ciencias Naturales y Políticas Educativas.

Porciello, Valeria María Pía.

Educación continúa. Formación de profesores y Práctica profesional.

Correo electrónico: porciellogestion@gmail.com

Resumen:

Los docentes en sus diferentes roles no le dan importancia a la lectura de las normativas vigentes para actualizarse respecto de los diseños, criterio e instrumentos de evaluación para el área de las ciencias naturales, dando como resultado un mal desempeño de su rol dentro del marco de las políticas educativas. Cuyo objetivo es internalizar la necesidad de conocer y/o respetar la normativa vigente, de acuerdo a las políticas educativas, respecto de la evaluación en el sistema educativo. Debido a la importancia del rol, se configura y toma cuerpo la necesidad de diseñar y organizar propuestas de formación particularmente orientadas a mejorar y fortalecer las capacidades que los docentes y directivo tienen en cada

institución educativa, en su rol de evaluadores de aprendizajes y organizadores del proyecto de evaluación institucional. La capacitación debería basarse en el uso de la practica reflexiva en las actividades que suponen la aplicación sistemática de un aparato teórico, aquellas dónde la práctica se basa en un equilibrio entre experiencia y aplicación. Por tanto, los docentes deben recibir formación para ejercer los diferentes roles y capacitación para ciertas actividades propias del rol, en este caso la evaluación, es parte más que importante en el proceso de enseñanza aprendizaje mejorando la calidad educativa.

Destinatarios: Docentes de nivel primario y secundario.

Cupo mínimo de participantes: 10 (diez)

Cupo máximo de participantes: 40 (cuarenta)

Pre requisitos para el taller: ejercer el rol docente y/o directivo en el sistema educativo de gestión estatal.

Material solicitado: papel y lápiz.

Objetivos: Analizar la dinámica de las instituciones educativas entendidas como sistemas, contextualizando los diferentes aspectos de las actividades educativas como los procesos de evaluación de los saberes de los alumnos dentro del marco de la normativa vigente.

- Entrenar la capacidad para analizar sistemáticamente los problemas, para planificar y evaluar el área de las ciencias naturales, física y exacta.
- Dominar los instrumentos y recursos científicos y técnicos.
- Conocer procesos y medios adecuados para la autoevaluación institucional, entendida como una estrategia de innovación y mejora de la escuela.

Marco teórico y encuadre didáctico:

Debido a la importancia del rol, se configura y toma cuerpo la necesidad de diseñar y organizar propuestas de formación particularmente orientadas a mejorar y fortalecer las capacidades y saberes que estos actores clave, docentes y directivo tienen en cada institución educativa, en su rol de evaluadores de aprendizajes y organizadores del proyecto de evaluación institucional. Existe consenso a la hora de reconocer que la mayor autonomía de que se dota a las instituciones educativas y las exigencias más complejas del trabajo de un directivo y de un docente frente al aula demanda mayores niveles de profesionalidad por parte de estos actores institucionales. La capacitación debería basarse en el uso de la practica reflexiva en las actividades que suponen la aplicación sistemática de un aparato teórico, aquellas dónde la práctica se basa en un equilibrio entre experiencia y aplicación teórica, y finalmente las que se basan en la institución, las relaciones interpersonales y el sentido común más que en la aplicación de teorías. Los docentes deben recibir formación para ejercer los diferentes roles y capacitación para ciertas actividades propias del rol porque: la autonomía de los establecimientos, la responsabilidad por los resultados, el trabajo en equipo basado

en una mayor cultura técnica y la ampliación de los saberes científicos y la evaluación de los mismo dentro del contexto normativo necesitan de la profesionalización y no de la improvisación. Si la evaluación se reduce a la aplicación de instrumentos para recoger información, es difícil establecer un compromiso ético y es imposible darle cuerpo y valor a un propósito contundente que la dote de sentido y de una estructura epistemológica y conceptual que apoye la toma de decisiones. Las funciones de la evaluación, la pedagógica y la social. La primera se ocupa del seguimiento formativo de los estudiantes, de la autorregulación de los aprendizajes y la regulación de la enseñanza, es de estricta responsabilidad de lo pedagógico y no tendría que verse afectada por otros factores de orden ajeno a las relaciones entre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Cuando la función pedagógica opera de manera sólida, apoyada por presupuestos teóricos que explicitan su sentido, se convierte en el seguimiento adecuado para dar cuerpo a la función social de la evaluación, aquella que permite y dispone de mecanismos de selección y de información a estudiantes, familias y comunidad en general. No son dos funciones independientes, sino interrelacionadas, que asesoran y dibujan horizontes de sentido. La predominancia del discurso técnico, que ha convertido la evaluación en un listado de instrumentos y fórmulas para recoger información y la separación de sus funciones, han contribuido para que la evaluación no sea un asunto transparente, ni legítimo. Ha operado más como mecanismo normativo, bien sea para cumplir con los requisitos demandados por la sociedad y el estado, o bien, para responder a las exigencias internas a nivel institucional, donde en muchos casos aplica como entidad para el control y la represión o para el dejar hacer y dejar pasar. Pese a la existencia de un marco normativo, que se propone reconfigurar las prácticas de evaluación, éstas se ven afectadas por la ausencia de tradición

crítica en el campo de la pedagogía. En este sentido, el docente se ve preso de una avalancha de normas y de cambios que no alcanza a procesar y que lo alejan de la posibilidad de participar en la reflexión y en la formulación de políticas desde su propia práctica. No existe tiempo para la traductibilidad, el lenguaje de lo pedagógico queda reducido a lo meramente técnico y no puede hacer una lectura comprensible de su propia práctica, no logra identificar las concepciones en las que apoya su ejercicio profesional.

Contenidos:

Marco normativo como sustento. Evaluación: como herramienta. Sistema de evaluación: características. ¿Cómo evaluamos? Características de la evaluación. Rituales de evaluación en la cultura escolar. Naturaleza, objeto, funciones, fines, formas. Proyecto de evaluación Institucional. Trabajo práctico: confección de proyecto de evaluación institucional.

Metodología y evaluación:

En las primeras cuatro horas reloj, se presentará y analizará el encuadre normativo a través del uso del Power Point, que luego se pasará por mail a los talleristas. En las siguientes tres horas se realizará la parte práctica. En este espacio se realizará un trabajo práctico grupal. El mismo consistirá en el armado de un proyecto de evaluación Institucional, los talleristas deberán completar los diferentes ítems que posee un proyecto de evaluación (estos serán dados y explicitados durante el taller. En la última hora se hará una puesta en común sobre lo trabajado y la expositora hará una devolución de lo realizado en cada trabajo de tal forma que los participantes lo lleven a sus instituciones educativas.

Bibliografía:

Antunez, Serafín; 1997**; La acción directiva en las instituciones escolares**; Cuaderno de educación.

Azzerboni, Delia; 2007; **Estrategias para la gestión directiva**; Novedades Educativas; Buenos Aires.

Bardiza Ruiz, Teresa, 1997, **La dirección escolar: el difícil acceso de las profesoras a los cargos de conducción,** Novedades Educativas, Buenos Aires.

Fernández Lidia; 2005; **Instituciones educativas, dinámicas institucionales en situaciones críticas;** Piados; Buenos Aires.

Frigerio, Graciela; 2000; **Políticas instituciones y actores en educación;** Buenos Aires.

Frigerio, Graciela; Poggi, Margarita; Tiramonti, Guillermina; 1992; **Las instituciones educativas: cara y ceca;** Troquel; Buenos Aires.

Gallart, Maria Antonia; 2006; **La construcción social de la escuela media**; Stella; Buenos Aires.

Gerstner, Louis; 1996; **Reinventando la educación, nuevas formas de gestión de las instituciones educativas;** Piados; España.

IIPE UNESCO, 2000, **Competencias para la profesionalización de la gestión educativa,** Buenos Aires.

Nicastro, Sandra; 1997**; La historia institucional y el director de la escuela**; Piados; Buenos Aires.

Nicastro, Sandra; 2001**; La construcción del éxito y del fracaso escolar**; Morata; Madrid:

Pineau, Pablo; 1997; **La escolarización de la provincia de Buenos Aires**; Universidad FLACSO; Buenos Aires.

Poggi, Margarita; 2002; **Instituciones y trayectorias escolares. Replantear el sentido común para transformar las prácticas educativas**; Santillana; Buenos Aires.

Poggi, Margarita; 2001; **La formación de directivos de instituciones educativas;** UNESCO; Buenos Aires.

Pulpeiro, Silvia; 1994; **Ser directivo ¿Privilegio o pesada carga?**; Ateneo; Buenos Airres.



Centro Latinoamericano de Física (CLAF)

INVAP SE. Empresa de Tecnología de la Provincia de Río Negro

Concejo Deliberante de la Provincia de Catamarca

Municipalidad de San Fernando del Valle de Catamarca

secyt

Secretaria de Ciencia y Tecnología de la UNCa.

FONCYT
FONDO PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

FONCYT

RENAULT

Centro del Norte Renault

Tecnología Educativa s.a.

Tecnología Educativa

Secretaría de Turismo
Gobierno de Catamarca

Secretaría de Turismo Gobierno de Catamarca

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Av. Belgrano 300 - Planta Alta
4700 - San Fernando del Valle de Catamarca
Catamarca - República Argentina
Tel.: (0383) 4420900 / 4439435 - Fax: 4435094
www.exactas.unca.edu.ar

Oficina de Publicaciones

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Reunión Nacional de Educación en la Física

REF XVIII

15 al 18 de Octubre Catamarca 2013

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

San Fernando del Valle de Catamarca. Catamarca. Argentina

ISBN 978-950-746-220-7

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Memorias Décima Octava Reunión Nacional de Educación en la Física

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"

Reunión Nacional de Educación en la Física

RENAFI XVIII

15 al 18 de Octubre Catamarca 2013

ISBN 978-950-746-220-7

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Av. Belgrano 300 - Planta Alta
4700 - San Fernando del Valle de Catamarca
Catamarca - República Argentina
Tel.: (0383) 4420900 / 4439435 - Fax: 4435094
www.exactas.unca.edu.ar

Oficina de Publicaciones
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Universidad Nacional de Catamarca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

REF XVIII

Reunión Nacional de Educación en la Física

15 al 18 de Octubre - Catamarca 2013

"Tres décadas mejorando la Enseñanza de la Física"