



ROSARIO · ARGENTINA

REF XXI

El desafío
de enseñar
física

Anales de
experiencias
docentes

Del 30 de
septiembre al
4 de octubre
de 2019

Rosario

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS



ASOCIACIÓN DE
PROFESORES
DE FÍSICA
DE LA ARGENTINA



FCEIA
FACULTAD DE
CIENCIAS EXACTAS,
INGENIERÍA Y
AGRIMENSURA



UNR
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE ROSARIO



UTN
FACULTAD
REGIONAL
ROSARIO



PROVINCIA DE
SANTA FE

Anales de experiencias docentes REFXXI ; adaptado por Pablo Vallejos ; compilado por Beatriz Milicic; ilustrado por Adrián Masetro. - 1a ed. - Rosario : APFA-Asociación de Profesores de Física de la Argentina, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-20512-7-3

1. Física. 2. Anales. I. Vallejos, Pablo, adap. II. Milicic, Beatriz, comp. III. Masetro, Adrián, ilus.
CDD 530

ISBN 978-987-20512-7-3



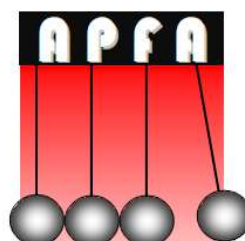
ORGANIZADA POR:



**Facultad de Ciencias Exactas,
Ingeniería y Agrimensura.
Universidad Nacional de Rosario**



UTN - FRRo



**Asociación de
Profesores de
Física de la
Argentina**



**SANTA
FE
PRESENTE**

AUSPICIANTES

Rosario =

CIAEF



IACPE



ROSARIO
Convention & Visitors Bureau
A R G E N T I N A

SUBSIDIOS

CONICET

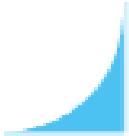


**TRANSPORTADOR
OFICIAL**

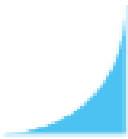
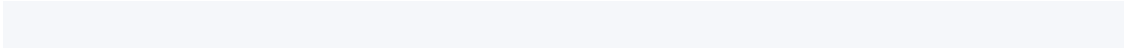
Aerolíneas Argentinas



DECLARACIÓN DE INTERÉS:



- Universidad Nacional de Rosario
- Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
- Universidad Nacional de Rosario. Instituto Politécnico Superior “General San Martín”
- Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Agrarias
- Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario
- Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencias y Tecnología
- Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
- Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
- Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación
- Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales
- Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias de la Alimentación
- Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
- Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales
- Consejo de las Conferencias Interamericanas sobre Educación en Física (CIAEF)
- Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA)
- Declaración de Interés Educativo y no cómputo de inasistencias Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe
- Cámara de Diputados de la Provincia de Santa Fe
- Declaración de Interés Municipal - Concejo Municipal de Rosario
- Ente Turístico Rosario
- Instituto de Formación Docente Continua “María Inés Elizalde”, Gualeguachú, Entre Ríos



AUTORIDADES APFA

Comité Ejecutivo Nacional

Presidente: Juan Farina

Secretario: Alejandra Rosolio

Tesorero: Germán Blesio

Comisión Directiva

Vocal: Nélide Palma

Vocal: Ignacio Idoyaga

Vocal: Mirta Velazque

Vocal: Laura Buteler

Vocal: Silvia Navarro

Vocal: Norah Giacosa

Vocal Suplente: Laura Chiabrando

Vocal Suplente: Ansisé Chirino

Vocal Suplente: Eduardo Castillo

Comisión Revisora de Cuenta

Titular: Edgardo Gutierrez

Titular: Eduardo Bordone

Suplente: Javier Feu

Suplente: Carlos Dicosmo



COORDINACIÓN GENERAL REF XXI

Juan Farina
Alejandra Rosolio
Germán Blesio



COMITÉ CIENTÍFICO REF-XXI

Agustín Adúriz-Bravo	Juan Manuel Martinez
Laura Buteler	Beatriz Milicic
Vicente Capuano	Marta Pesa
Enrique Coleoni	Alberto Rojo
Sonia Concari	Julia Salinas
Patricia Fernandez	Patricia Sanchez
Carola Graziosi	Hugo Tricárico
Ignacioldoyaga	Graciela Utges
Roberto Laura	JenaroGuisasola
Marta Massa	Marco Antonio Moreira



COMITÉ DE APOYO ACADÉMICO REF XXI



Rosana Cassan
Rubén Fernando Ciccarelli
Oscar Chiocchini
Silvana Fittipaldi
Carlos Galmarini
Hernán Gueraglia
Andrea Insani
Arturo López Dávalos
Ezequiel Magnani
Miguel Puyó
Nicolás Scenna
Natalia Sgreccia
Silvia Stancich
Carlos Perez
Damián Portaro



COMITÉ EVALUADOR REF XXI

COORDINADORES

Marta Massa
Beatriz Milicic

Sonia Concari
Alberto Jardón

EVALUADORES

Acacio Sagués Guerra
Adriana del Carmen Cuesta
Alejandra Rosolio
Andrea Fourty
Beatriz Salemme Correa
Bettina Bravo
Carla Maturano
Carlos Arguedas Matarrita
Luis Dicosmo
Carola Graziosi
Cecilia Culzoni
Claudia Mazzitelli
Claudia Romagnoli
Consuelo Escudero
Cristina Cámara
Cristina Speltini
Cristina Wainmaier
Daniel del Greco
Diego Petrucci
Edgardo Gutierrez
Elena Llonch
Elena Hoyos
Enrique Coleoni
Érica Zorrilla
Fabiana Prodanoff
Fernanda Bozelli
Fernando Stopani
Gastón Saez de Arregui
Germán Blesio
Gloria Alzugaray
Graciela Mansilla

Guillermo Solé
Gustavo Alves
Gustavo Bender
Hugo Lanas
Hugo Tricarico
Ignacio Idoyaga
Irene Arriassecq
Irene Lucero
Javier Feu
Joao Bosco da Mota Alves
Jorge Rubinstein
Jorge Sztrajman
Jorge Vicario
Juan Farina
Juarez Bentos da Silva
Julia Salinas
Julio Benegas
Laura Buteler
Leandro Pala
Lidia Catalán
Liliana Ferranti
Lisandro Duri
Magdalena Roa
María Alejandra Domínguez
María Cecilia Gramajo
María Cecilia Pocovi
María Laura Herrero
María Natacha Benavente Fager
María Rita Otero
María Silvia Stipcich
María Virginia Luna

Mario Serrano
Marta Pesa
Marta Yanitelli
Miguel Plano.
Miriam Scancich
Monica Giuliano
Nélida Palma
Néstor Camino
Nora Maidana
Nora Orcellet
Norah Giacosa
Osvaldo Cappanini
Patricia Fernández
Patricia Sánchez
Ricardo Addad
Ricardo Carreri
Ricardo Chrobak
Ricardo Pérez Sotille
Roberto Laura
Rosana Cassan
Rubén Fernández
Sandra Silvester
Silvia Bravo
Silvia Giorgi
Silvina Cordero
Sonia Benz
Susana Meza
Valeria Spárvoli
Vanessa Viña
Vicente Capuano
Viviana Sebben



ÍNDICE



PRESENTACIÓN	4
EXPERIENCIAS DOCENTES	
Importancia de los experimentos en la enseñanza de la Física Juan Farina, Lucas Díaz, Ignacio Lembo Ferrari	12
Enseñar introducción a las mediciones con actividades experimentales simples Jorge Maeyoshimoto, Ignacio Idoyaga	15
Uso de dispositivos de bajo costo, para la realización de experiencias de laboratorio en el aula con el objetivo de estudiar el movimiento rectilíneo de partículas en el nivel Secundario Maria Laura Giannone	18
Descenso rosa Aldo Duarte, Gladys Pagani	21
Fabricación y uso de una aleación de Bi/Pb/Sn para enseñar el concepto de punto eutéctico Juan Pullao, Georgina De Micco, Gastón Galo Fouga	25
Una propuesta experimental para abordar la relación $Q = m c_e \Delta T$ Marcos Martín	29
Determinación de Densidad Aparente y Volumen Específico Aparente en productos panificados Franco Alul, Eliana Harris, Antonio Malleret,	32
La reflexión sobre la enseñanza de y con representaciones gráficas en la formación de docentes de ciencias naturales César Moya, Ignacio Idoyaga	36
Enseñanza del concepto de densidad a partir de un modelo de representación gráfica. Rita Korman, Lucrecia Caballero	39
Modelización matemática en el laboratorio de física: una experiencia del movimiento de un cuerpo Ignacio Romero, Emilse López Alvarez, Silvia Navarro	42
Propuesta didáctica para incorporar modelado de movimientos con celular Myriam Villegas, Mario Rodriguez, Julio Benegas	47
Smartphone y spinner en la clase de física Esteban Szigety	51

Una aproximación a la Conservación de la Energía Mecánica usando Tracker 4.11.0 Yudith Mamaní Cáceres	54
Ley de enfriamiento de Newton con TIC y ecuaciones diferenciales de primer orden: articulando matemática y física Eugenio Devece, Patricia Torroba, María de las Mercedes Trípoli, Luisina Aquilano	59
Uso del GPS para el estudio del movimiento en Física Juan Beiroa, Josué Dionofrio	62
El aporte de las TICs en un experimento de dinámica. Pablo Nieto, Federico Cartellone, Agustina Dinamarca, Lilia Dubini	66
Medición de la aceleración de la gravedad utilizando el celular: una propuesta de clase. Juan Passini, Lilia Dubini, Marcela Calderón	69
Una clase de física en la escuela con la universidad Susana B. Molina	72
Física de bolsillo: un laboratorio a medida Eduardo Castillo; Damián Cafaro; Eduardo Lázaro; Fabricio Castillo; Hector Baldo; Griselda Mazza, Manuel Fernández.	75
Fortalecimiento de prácticas experimentales en ciencias naturales: experiencia de extensión universidad y escuela rural María Viviana Nieva, Guillermo Noblasco Leguizamón, María Luz del Valle Quiroga	80
Óptica Geométrica y Óptica Física: sentar las bases para una mejor formación del Técnico Universitario en Óptica y Contactología (UBA) Lidia Piehl, Eduardo Abeledo, Florencia Bovone, Lourdes Calatayoud, Stella Marinaro, Judith Montenegro Brusotti	84
Enriqueciendo los problemas ricos en contexto Julio Estefan	87
La física en acontecimientos: oportunidad, desafío y cuidado en el desarrollo de estrategias didácticas Manuel Bertoldi, Lucas Niell, Andrea L. Fourty, Hugo D. Navone	91
Un relato a tres voces: breviario de emociones en una primera experiencia de residencia en el ciclo inicial universitario Nair Sarquis, Lucas Niell, Andrea Fourty, Hugo Navone	94
Aprender a centrar la enseñanza en el estudiante: el caso de una docente universitaria en formación Enrique Coleoni	98
Didáctica de la física en situaciones experimentales Sara González, Graciela Aleman, Azul Castello, Jonatan De Luca, Fernando Laborde, Mauro Jurado, Lucas Palacios	102

Percepciones de estudiantes de la formación docente sobre estereotipos de género en ciencia Silvia Lanzillotta, Araceli Billodas	105
Educación Sexual Integral, problemáticas de género y prácticas discursivas: nuevos desafíos en Física Educativa Andrea Fourty, Lucas Niell, Hugo Navone	108
Una propuesta para trabajar naturaleza de la ciencia en el aula Michelle Alvarez, Ignacio Idoyaga, María Gabriela Lorenzo	113
Aparatos científicos antiguos utilizados en la enseñanza moderna Paloma Moreno, Silvia Ávila	117

¿QUÉ ES REF?

La primera Reunión de Educación en Física tuvo lugar en la Escuela de Física de la Universidad de San Luis en diciembre de 1978 y contó con la participación de los más destacados especialistas y profesores de nivel medio y docentes de diferentes universidades nacionales, se efectuó como parte del Proyecto Multinacional para el “Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias”, de la Organización de los Estados Americanos OEA. Sus objetivos se resumían en la búsqueda de solución para un mejoramiento integral de la enseñanza de física con la intención de detectar problemas en su enseñanza especialmente en el nivel medio. Entre algunas de las conclusiones arribadas en la reunión se pueden señalar: “- *Realizar una Reunión de Educación en Física en 1979, con el propósito de repetirla anualmente.* - *Promover la participación de físicos, pedagogos, inspectores y supervisores en las reuniones de Educación en Física.* - *Integrar el temario de la próxima reunión... con problemas en la enseñanza terciaria y universitaria.* - *Proponer como tema de estudio el problema de la heterogeneidad en la formación del personal que dictan Física en la Enseñanza Media.* - *Crear un ‘banco de información’ y un sistema de difusión de la información...*” (DIARIO DE SAN LUIS, 26/12/78).

En la Asamblea realizada en San Juan el día 24 de octubre de 1981 durante la segunda REF, se resolvió constituir una Asociación de Profesores de Física y se designó una Comisión, a la que se le encomendó avanzar en la elaboración de propuestas organizativas y reglamentarias. En el año 1983, enmarcado en la asamblea de la tercera REF en Villa Giardino (Córdoba), se constituyó la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), se aprobó su reglamento y se eligieron las primeras autoridades. APFA es una asociación civil, científica, abierta y sin fines de lucro (Personería Jurídica 233/96 DIPJ Entre Ríos). A partir de ese momento se desarrolla una extensa actividad y la Asociación de Profesores de Física de la Argentina edita la revista Enseñanza de la Física. La primera publicación de la revista tuvo lugar en 1985 bajo la Dirección de Rosa Adam y Elvira Cicerchia, docentes de la Universidad Nacional de Rosario. Entre otras actividades desarrolladas por la Asociación se organiza bienalmente una Reunión Nacional de Educación en Física (REF) y un Simposio de Investigadores en Educación en Física (SIEF). Estos eventos, que se desarrollan en años pares el primero e impares el segundo, vinculan al universo de docentes de física de todos los niveles, investigadores en enseñanza de física, investigadores en física, especialistas en educación etc., con el propósito de actualizar conocimientos y enriquecerse a partir de la interacción. REF es un evento esperado en la agenda de los profesores y de reconocido prestigio nacional y regional. La XXI Reunión de Enseñanza de Física, a realizarse en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, del 30 de septiembre al 4 de octubre de 2019, espera ser un evento a la altura de sus predecesoras y ha nacido como una inquietud de los profesores de la provincia de Santa Fe, dentro del espíritu federal que caracteriza a la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA).

OBJETIVOS:

- ✓ Ofrecer a los docentes de física un ámbito de discusión en el cual profundizar la comunicación y socialización entre todos los niveles educativos.
- ✓ Posibilitar a los distintos formadores la profundización de su formación profesional.
- ✓ Brindar capacitaciones en diferentes temas de actualidad como por ejemplo, los problemas energéticos, medioambientales, de mejora en la calidad de vida de todos sus ciudadanos, la tecnología, la didáctica de la física en perspectiva de género, entre otros.
- ✓ Compartir aportes y recomendaciones sobre distintas estrategias didácticas y desarrollos curriculares a cargo de diversos especialistas en el tema.

ACTIVIDADES:

- ✓ Talleres presenciales
- ✓ Mesas Redondas
- ✓ Paneles
- ✓ Muestra de equipos didácticos
- ✓ Presentación de libros, revistas y publicaciones
- ✓ Grupos de discusión de trabajos de investigación, diseños didácticos y experiencias docentes
- ✓ Actividades sociales y culturales

DESTINATARIOS:

- ✓ Profesores de Nivel Primario o equivalente, en el área de Ciencias Naturales.
- ✓ Profesores de Nivel Secundario o equivalente de Física y de otras Ciencias Naturales.
- ✓ Profesores de Nivel Superior y/o Universitario vinculados a la Enseñanza de la Física.
- ✓ Investigadores en Enseñanza de la Física.
- ✓ Estudiantes de carreras universitarias y terciarias (Profesorados, Licenciaturas, Ingenierías) vinculadas con la Física y la Enseñanza de la Física.

Rosario será por segunda vez sede de uno de los eventos más importantes que convoca la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA). Me estoy refiriendo a REF XXI (Vigésima primera Reunión Nacional de Educación en Física). REF VIII se realizó en 1993 y se desarrolló en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR donde asistieron cerca de 1000 docentes de física de todo el país de todos los niveles educativos. En esta oportunidad, del 30 de septiembre al 04 de octubre de 2019, APFA nos convoca a reflexionar sobre la enseñanza de la Física; asistirán docentes de Física de diferentes partes del país de todos los niveles educativos pero esta vez se desarrollará en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR y en la Facultad Regional Rosario de la UTN.



Podríamos decir que se trata de un clásico esperado por el abanico de docentes de física de nivel secundario, de maestros del área Ciencias Naturales y de los docentes universitarios compenetrados con enseñar física. Esta reunión, al igual que las anteriores, tendrá destacadas presencias de investigadores, docentes, conferencistas, panelistas de mesas redondas de la Argentina y del mundo, con actividades que se expanden en talleres y eventos culturales que integran la enseñanza de una disciplina como es la Física y que en esta edición el teatro será una parte convocante.

Llevamos en APFA ya 41 años organizando, proponiendo y reflexionando cómo enseñar física, por qué enseñar física y cómo las investigaciones en didáctica y la pedagogía de la física se intercalan en el aula produciendo nuevas miradas, nuevos enfoques, nuevos diseños, nuevas preguntas en un mundo dinámico y cambiante, atravesado por las nuevas tecnologías y demandas sociales y políticas.

En esta oportunidad quiero destacar que muchos estudiantes de profesorado de física del país visitarán nuestra ciudad en busca de caminos que los orienten para abordar sus clases de física, lo que nos alegra y nos hace pensar que el camino desarrollado hasta ahora ha sido valioso y que nosotros mantenemos el mismo entusiasmo y pasión en seguir adelante. El mundo ha cambiado, las tecnologías invaden el aula, pero la presencia efectiva del docente está vigente como nunca, con un rol redefinido pero efectivo y actual.

También pienso que es importante en momentos en que el país está en crisis, estar organizando este evento que genera un espacio de bienestar, es una especie de oasis en que la belleza de enseñar física todavía es posible para todos y todas. Quiero agregar además que este congreso se hace con el apoyo de instituciones públicas, el gobierno de Santa Fe y, sobre todo, con la participación de mucha gente comprometida con APFA y la mejora de la Enseñanza de la Física.

Para cerrar, quiero destacar que el héroe verdadero de El Eternauta es un héroe colectivo, un grupo humano, lo que refleja que el único héroe válido es el “héroe” en grupo, nunca el héroe individual y eso somos los integrantes de APFA

Mg. Ing. Juan A. Farina
Presidente de APFA



La Vigésima primera Reunión Nacional de Educación en Física (REF XXI), como proyecto de APFA, estará en Rosario del 30 de septiembre al 04 de octubre. Como comisión organizadora de REF XXI nos convoca el placer del desafío de enseñar Física y la convicción de que reuniones de estas características permiten que colegas de todos los niveles educativos tengan la oportunidad de acercarse al saber de la Física en diferentes contextos, desde diferentes enfoques, desde distintas líneas de investigación, desde la experiencia en el aula, desde la bibliografía, desde la comunicación con referentes nacionales e internacionales y especialistas en el área de la Educación en Ciencias.

Llevar adelante un proyecto de esta envergadura es un desafío y a la vez una necesidad, inmersos en una visión de la enseñanza desde una perspectiva social, enfrentando los desafíos actuales y frente a un conocimiento científico cambiante y ciudadanía responsable. En este contexto, queremos agradecer a las autoridades de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario y a las autoridades de la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional, que no han dudado un instante en proporcionarnos los medios necesarios para que REF XXI se lleve a cabo en ambas instituciones, con disponibilidad de la infraestructura, personal de apoyo técnico y académico, aspectos todos necesarios para llevar a cabo el proyecto. No menor es el apoyo en la organización de la Secretaría de Tecnologías para la Gestión del Gobierno de la Provincia de Santa Fe, que ha contribuido enormemente a financiar becas para estudiantes y docentes de Física de nuestra provincia, entre otras cosas.

Para finalizar, queremos agradecer a los colegas con quienes compartimos cada día de trabajo, a los socios de APFA, a los investigadores y personal de apoyo científico, académico y de organización en general, que se movilizaron activamente en la consolidación del evento. Nombrarlos a todos es imposible; en este mensaje va nuestro reconocimiento a quienes nos han acompañado y aportado su grano de arena en la concreción de REF XXI.

Juan A. Farina, Alejandra Rosolio y Germán Blesio
Coordinación general REF XXI

La Reunión de Educación en Física (REF) es un evento altamente esperado, que ocupa un lugar privilegiado en la agenda de los profesores. Un evento de reconocido prestigio nacional y regional que reúne, en jornadas de intensa actividad, a educadores e investigadores con el propósito de actualizar conocimientos, discutir nuevas ideas y analizar alternativas para mejorar la enseñanza de la Física. Nos complace profundamente que la Reunión vuelva a celebrarse en nuestra Casa de Estudios.

En esta oportunidad, el lema del evento nos interpela, a través de las múltiples actividades organizadas, acerca del Desafío de Enseñar Física. Pensar en ese desafío constituye, desde mi perspectiva, una oportunidad para reflexionar sobre el sentido que debemos darle a esa enseñanza en el contexto actual, contexto de un mundo cambiante, en relación con el cual la enseñanza tradicional, con sus contenidos y modalidades ha quedado desfasada y requiere profundas transformaciones.



El inicio del tercer milenio está marcado por intensos cambios económicos, sociales y culturales, que cuestionan las certezas y las verdades que marcaron la modernidad. Vivimos en la “sociedad del conocimiento” y en la “era de la globalización”, con una creciente influencia de la tecnociencia y de las tecnologías de la información y la comunicación, que impactan en el mundo del trabajo y en las formas de producir riqueza, de interactuar socialmente, de definir las identidades y de producir y hacer circular el conocimiento.

La ciencia y la tecnología influyen cada vez más en nuestras vidas. Hoy día se reconoce que el conocimiento científico-tecnológico impacta significativamente en la transformación de las sociedades y de sus estructuras productivas. Pero asistimos al mismo tiempo a la triste constatación del desarrollo de una sociedad cada vez más desigual y a la comprensión de los límites de una visión del mundo que sólo pensó en dominar y controlar la naturaleza. El cambio climático, la destrucción de la biodiversidad y los ecosistemas, han alcanzado niveles que amenazan nuestro bienestar y el futuro del planeta.

Esta situación impone, ciertamente, importantes desafíos a la educación, y particularmente a la educación en ciencias. La física y las demás ciencias experimentales encierran en sí mismas un importante valor cultural y su conocimiento es esencial para comprender el mundo actual, desarrollado tecnológicamente. Pero necesitamos una educación en ciencias que colabore en la comprensión de los conceptos y las prácticas científicas, y que a la vez contribuya a desarrollar actitudes orientadas a mejorar la calidad de vida y aportar al desarrollo social y cultural, con criterios de equidad e inclusión y en el marco de una equilibrada relación con la naturaleza.

Por otra parte, si bien hoy resulta indiscutible la importancia de las ciencias como elemento esencial para la formación ciudadana, surge la necesidad de revisar el currículum y adecuar las propuestas didácticas a las características e intereses de los estudiantes, que se aproximan actualmente de otra manera a la construcción de saberes, influidos por su particular relación con las TIC y su forma de interactuar con la información.

Seguramente REF XXI constituirá un ámbito propicio para analizar estas y muchas otras cuestiones que forman parte de la agenda de la didáctica de la física, para intercambiar ideas, proponer enfoques y dispositivos didácticos y aportar alternativas que contribuyan a mejorar la educación en ciencias en nuestros sistemas educativos. Sólo me resta desear a todos los participantes la mejor de las experiencias y que disfruten del evento y de su estadía en Rosario.

Dra. Graciela Utges
Decana FCEIA UNR



Este Congreso de la Enseñanza de la Física, que se encuentra en su 21a edición, es una oportunidad para intercambiar experiencias, discutir sobre nuevas teorías y, también, para reflexionar acerca de la ciencia: motivo, principio y fin de la convocatoria y, no menos importante, de las estrategias didácticas por ella requeridas.

Es oportuno recordar que el origen de la Física se encuentra en la Filosofía, en la especulación imaginativa que motoriza la búsqueda de las primeras causas, en el dejar volar el pensamiento y en el compartir. Sabido es que Aristóteles desarrolló la filosofía natural, que no es ni más ni menos que la Física.

El mentor de Aristóteles, Platón, contribuyó a su formación al encuadrar el conocimiento en dos grandes grupos: el conocimiento doxológico, es

decir, opinable, subjetivo, y el conocimiento epistemológico; el conocimiento cierto, demostrable, objetivo, reproducible y comprobable.

En esta reunión no solamente se tratará de física sino sobre su enseñanza y toda enseñanza implica un aprendizaje. Ya Aristóteles lo hacía a través del método peripatético, que consistía en discutir teorías y temas, paseando por el jardín del templo de Apolo Licio.

Enseñar implica fe en el futuro de la Humanidad y, en la Física en particular, en construir el conocimiento que trasciende al propio enseñante, en generar nuevas fronteras de la ciencia y en crear nuevas ciencias y nuevas tecnologías.

El docente de Física es un artífice de futuro pues facilita el acceso de sus alumnos al saber con un método sistemático, con una clara intencionalidad de construir puentes y una vocación de colaboración imaginativa que permite el saber y la investigación.

El aula, el laboratorio son contextos de un esfuerzo mayúsculo: la transposición didáctica, el modelo reducido que abre una ventana para que el alumno atesore en su mente el saber. Al decir transposición didáctica, es válido preguntarse: ¿Newton, Bohr, Fermi o Einstein, no desarrollaron un relato desafiante para que otros se vieran tentados a confrontar con ellos?

A veces pienso: ¿Qué sería de la ingeniería eléctrica o electrónica o civil o...sin la Física? Sin duda, no existirían: la física es el cimiento del desarrollo técnico actual y futuro.

Sin duda que la imaginación, el talento y la pasión son las herramientas para generar el camino entre el Saber y el alumno.

Insto a todos los docentes de la hermosa Física a encender los fuegos más profundos de su ser para crear el futuro, para trascender...

Ing. Rubén Fernando Ciccarelli
Decano UTN Facultad Regional Rosario



EXPERIENCIAS DOCENTES

En REFXXI se abre un nuevo espacio donde docentes de todos los niveles puedan aportar experiencias de aula y estudiantes de profesorado, las relacionadas con su práctica. A este tipo de trabajo lo hemos denominado **EXPERIENCIAS DOCENTES**.

Entendemos una **experiencia docente** como una narración que expone vivencias y saberes contruidos en situación de aula. Relata de forma sistemática y reflexiva una experiencia realizada, que podría ser replicada o tomada como inspiración por otros docentes. Está orientada a indagar, reconstruir y hacer públicos los saberes pedagógicos que producen los docentes durante y en torno a sus experiencias escolares.

La narración debe incluir la motivación que llevó a la realización de la experiencia, el objetivo de la narración (¿para qué se cuenta la experiencia?), el contexto, los participantes, la experiencia efectivamente realizada, la valoración de la riqueza de la actividad, la explicitación de logros, dificultades y obstáculos surgidos en la experiencia.

Este tipo de trabajo tiene una longitud máxima de 3 páginas, es revisado por 2 profesores colegas (con la intervención de un tercero en el caso de disparidad de criterios). Los trabajos aceptados se presentan en sesiones de poster específicas y se publican completos en este libro **ANALES DE EXPERIENCIAS DOCENTES** de REFXXI



EXPERIENCIAS DOCENTES





Importancia de los experimentos en la enseñanza de la Física

Juan A. Farina^{1,2}, Lucas Díaz¹, Ignacio Lembo Ferrari¹

¹Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín", Universidad Nacional de Rosario, Ayacucho 1667, Rosario, Santa Fe

²Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 1341, Rosario, Santa Fe

E-mail: juanalbertofarina@gmail.com

Resumen

En este trabajo intentamos contar una experiencia docente que fue realizada en el marco de pretender cambiar la relación entre contenidos, problemas y laboratorio en un curso de 5to Año de una escuela de Enseñanza Media dependiente de la Universidad. Nos enfocamos en comenzar la primera clase del año planteando una actividad experimental, sin haber desarrollado el contexto teórico donde enmarcarlo. Nos propusimos, entre otras cosas, evitar pensar en un experimento como un procedimiento para reproducir un resultado "correcto". Evaluamos las propiedades de un sistema particular como lo es un péndulo simple, trabajamos la idea de modelo y planteamos desarrollar habilidades experimentales como construcción de gráficos de lápiz y papel, cálculo de incertezas y redacción de informes.

Palabras clave: Experimentos; Incertezas; Enseñanza del trabajo en laboratorio; modelos en Física

I. INTRODUCCIÓN

Mucho se dice de la incorporación de los trabajos prácticos de laboratorio en las clases de física, pero en muchos casos las actividades experimentales son infrecuentes o presentan un diseño tipo "receta" que sin dudas tiene alguna relevancia en la enseñanza y aprendizaje de la física dependiendo del objetivo con que se lo propone. De Jong (1998) lo traduce como un desaprovechamiento de la potencialidad didáctica del recurso que restringe el aprendizaje de los alumnos. En Argentina se han realizado investigaciones desde distintos enfoques (Salinas, 1996). En sus conclusiones propone que es posible organizar a los laboratorios como ámbitos de investigación colectiva orientado por los docentes alrededor de situaciones problemáticas, que los docentes deben tener un ámbito adecuado de reflexión colectiva orientada y en ese sentido los estudiantes son capaces de realizar acciones y reflexiones cuando se les propone un laboratorio transformado. Alerta contra un reduccionismo acrítico en la problemática educativa. Las críticas más frecuentes expresan que los trabajos prácticos de laboratorio, en la mayoría de los casos, se presentan como recetas donde los estudiantes se circunscriben a cumplir una serie de procedimientos totalmente guiados. En muchos casos, debido a que se lleva a cabo en forma grupal, se limitan a observar y luego anotar una serie de datos y si está pautado hacer una gráfica, pero sin análisis ni discusión de lo que realizan, en una tarea aburrida y sólo para cumplir con el programa. De esta manera, su contribución al proceso de aprendizaje es reducido (González, 1992, Petrucci y otros 2006).

Kirschner (1992) rechaza la noción de que el trabajo práctico tenga valor en sí mismo para mejorar el conocimiento de las teorías científicas en la enseñanza, fundamentando la crítica en la relación interdependiente e interactiva de que gozan la teoría y la experimentación en el proceso de hacer ciencia. Los experimentos ayudan a construir la teoría y la teoría determina el tipo de experimentos que se realizan. Merino y Herrero (2007) muestran los resultados de un proyecto de intervención didáctica con la incorporación de problemas experimentales en la enseñanza de la química con logros importantes. A la vista de los resultados por ellos obtenidos asumen que la propuesta es ventajosa respecto del laboratorio tradicional en lo que concierne al aprendizaje de buena parte de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales presentes en el currículo. Creemos que, en nuestro contexto, con las limitaciones de materiales y tiempo habituales de los cursos tradicionales en el nivel medio, es posible realizar algunos avances para que los alumnos adquieran destrezas propias del trabajo en el laboratorio. Se trató de situarlos frente a un "problema experimental". Propusimos el

análisis de una actividad científica escolar a la que denominamos “péndulo simple”. Entendemos un “problema experimental” como una situación de laboratorio donde los alumnos deben organizar los procedimientos para tomar un conjunto de mediciones, registrar esos valores y realizar los cálculos necesarios para lograr la respuesta correcta a la situación problemática que intentan resolver.

Cada uno de los autores mencionados hace una mirada acerca de la importancia de la práctica experimental en el aula muy crítica. Las conclusiones de las investigaciones mencionadas nos sitúa en un escenario donde aún falta mucho camino por recorrer para analizar los aportes de los trabajos prácticos al conocimiento científico. Este trabajo pretende a través de una decisión tomada por los docentes de la cátedra relatar una experiencia donde se ponen en juego muchas de las visiones marcadas fuertemente por investigadores como los citados que han analizado la importancia de los trabajos prácticos en el aula.

II. DESARROLLO

La actividad desarrollada por los docentes participantes está enmarcada en una institución de nivel medio con características propias que la diferencian de otras instituciones escolares de enseñanza media. En ese sentido, y teniendo en cuenta que las prácticas pedagógicas están directamente vinculadas con el compromiso y corresponsabilidad de los docentes, se llevó a cabo en un curso de 5to Año el desarrollo del tema curricular Oscilaciones Mecánicas, por el docente a cargo de la cátedra y dos estudiantes de la licenciatura en física como adscriptos del departamento de física. La cantidad de alumnos de esta comisión es de 37 estudiantes quienes tienen hecho un recorrido por la disciplina física de cuatro años. Para la organización de los saberes y con la idea de trabajar con 3 alumnos por equipo, dividimos la comisión en 11 grupos de 3 alumnos cada uno y un duodécimo grupo compuesto por 4 alumnos. La consigna establecida en el aula estaba focalizada en el armado y estudio de un péndulo simple. Un péndulo simple, es un montaje muy sencillo, barato y fundamentalmente interesante para desarrollar la capacidad de controlar sistemas y evaluar sus salidas. Intentamos que el experimento se acepte como un desafío que debe ser resuelto por el estudiante mismo en pos de obtener el mejor resultado posible del mismo. Lo vemos como un puntapié inicial para adquirir la competencia necesaria para atacar luego problemas más importantes. El objetivo se centró en plantear un problema experimental simple sin restringirnos a un conjunto de instrucciones que dicen cómo hacer el experimento. Nuestra intención fue proporcionar una base para proceder a cualquier tipo de análisis de información en la ciencia, los negocios, etc. Es decir, intentar preparar a los alumnos para una gran variedad de circunstancias experimentales futuras.

Los pasos a seguir organizados a lo largo de 10 clases de 40 minutos, fueron: 1) Exploración de ideas previas (isocronismo, período y variables de las que depende); 2) Presentación del objetivo de la actividad (hallar una ley que relacione el período de oscilación del péndulo simple con su longitud); 3) Planificación consensuada de la toma de datos (cómo efectuar el proceso de medición de la longitud y del período, fuentes de incerteza, análisis de la reducción de las incertezas, tiempo de reacción y variables que deben permanecer fijas); 4) Toma de datos; 5) Procesamiento de los datos; 6) Gráfica del período de oscilación (T) en función de la longitud del hilo (L); Escalas; Gráfico de $\log T$ en función del $\log L$; 7) Escritura del informe; 8) Evaluación entre pares y evaluación final; 9) Evaluación de la propuesta didáctica. Se les recomendó a los estudiantes que exploraran el fenómeno haciendo oscilar el péndulo y observando con atención para analizar cuáles eran las variables que consideraban importantes tener en cuenta en la variación del tiempo de las oscilaciones (período), para luego planificar la actividad en consecuencia. El proceso de medición constituyó uno de los ingredientes básicos de la experimentación, ya que si bien hubo que repasar conceptos que los alumnos habían adquirido en los años anteriores al cursado de Física V, se avanzó en el significado y la importancia de las mediciones enfocándonos en transmitir que las medidas no son simples números exactos, sino que consisten en intervalos, dentro de los cuales tenemos confianza de que se encuentra el valor esperado. La redacción del informe se presentó como una oportunidad de ejercitación en composición descriptiva. Con un gran espíritu constructivo se mostró un modelo de lo esperado a expresar, y una vez completado el primer informe de cada equipo, se intercambiaron consejos de mejora de manera personal entre los docentes y cada grupo.

III. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD

En relación a los objetivos podemos decir que trabajamos con un problema sencillo. Los alumnos propusieron diversas formas para comenzar a medir. Para ello, se dedicó un tiempo considerable en acordar cómo medir el período y también cómo medir la longitud del hilo. Para la longitud, la mayoría pensaba que ésta afecta el tiempo. Las otras dos variables, masa y ángulo, también fueron objeto de discusión. Un gran grupo decía que cambiaba el tiempo con ambos, y daban explicaciones como el roce del aire o la distancia recorrida afectaban a las variables, otros opinaban que no se observaba un cambio apreciable. Aquí se discutió sobre cuáles variables representan una variación significativa en el tiempo, y cuáles no necesitaban ser tomadas en cuenta. Básicamente, se acordó el modelo sobre el cual trabajar. Luego, en la evaluación entre pares se planteó la pregunta: Ahora que tenemos las medidas, ¿nos dan éstas una descripción completa y adecuada del comportamiento del sistema? Evidentemente no, y para ello propusimos analizarlas con una gráfica de las observaciones en donde se graficó: T versus L. Una vez la gráfica con las mismas se trabajó sobre el significado de la curva obtenida y luego, en base al resultado obtenido, se les propuso a los alumnos verificar la ley de dependencia (1) y graficar $\log T$ versus $\log L$.

$$T = A \cdot L^p \quad (1)$$

Finalmente hubo una puesta en común de los resultados obtenidos, el ángulo de apertura de la oscilación, la longitud de la cuerda, la masa involucrada, el período, la organización del trabajo, el procesamiento de las mediciones, la gráfica y la escritura del informe optimizando cada etapa. Sobre la evaluación de la propuesta podemos decir que el tiempo dedicado al experimento fue un factor importante para que los alumnos organicen ordenada y reflexivamente el trabajo. Se discutieron y se trabajaron las dificultades conceptuales, procedimentales y actitudinales. Se logró una participación activa de los estudiantes para llevar a cabo la resolución del problema experimental.

En primer lugar, la situación fue genuinamente problemática para el alumno, y requirió de su inventiva, de su creatividad y de sus conocimientos conceptuales y metodológicos para la búsqueda de posibles soluciones. En segundo lugar, nos pareció necesario promover el tratamiento colectivo de las cuestiones, mediante una tarea permanente de reflexión compartida entre los alumnos, y entre éstos y los profesores a la que se le dedicó tiempo completo de las clases sin restringir el tiempo dedicado a resolver el problema experimental.

Respecto del alcance de los objetivos planteados concluimos que la propuesta resultó fructífera teniendo en cuenta que el tiempo dedicado a cumplir con los pasos del trabajo no es el que usualmente se asigna a esta tarea. Eso dio como resultado que los estudiantes dedicaran a cada paso del experimento la misma importancia y no rellenaran una tabla con valores y luego cálculos que no entendían. Después de la implementación, sabiendo que los tiempos son limitados, consideramos necesario reducir la cantidad total de trabajos de laboratorio a realizar durante el cursado de la asignatura para dedicar más tiempo a la reflexión y comprensión de la actividad experimental realizada en pos de superar las limitaciones que actualmente presentan los trabajos prácticos de “receta”.

REFERENCIAS

De Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química. Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16 N°2, pp. 305-314

González E. M., (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?, *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 10 N°2 pp. 206-211

Kirschner, P.A. (1992). Epistemology, practical work y academic skills in science education. *Science Education*, Vol. 1, pp. 273-299

Merino, J.M. y Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa alas prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6 N°3, pp.630-648

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*, Vol. 19 N° 1, pp. 7-20

Salinas, J. (1996). Tesis Doctoral (Versión abreviada) Las prácticas de física básica en Laboratorios Universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, Volumen Extraordinario.



Enseñar introducción a las mediciones con actividades experimentales simples

Jorge Maeyoshimoto^{1,2}, Ignacio Idoyaga^{1,2}

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Fisicomatemática. Cátedra de Física. Junín 954, C1113 AAD. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

²Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Junín 954, C1113 AAD. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

E-mail: jmaeyoshimoto@ffyb.uba.ar

Resumen

La medición es un proceso fundamental en las ciencias naturales, en general, y en la física en particular. La disciplina que estudia todo lo referente a medir es la metrología, cuyos conceptos son tradicionalmente abordados en forma teórica. Esto motivó el desarrollo de una secuencia didáctica con el empleo de actividades experimentales simples y fuertes conexiones con las ideas de la enseñanza para la comprensión. Se aplicó durante el 2018 y 2019 en un primer curso de física universitaria para futuros técnicos universitarios en medicina nuclear, donde participaron aproximadamente 30 estudiantes por año y 3 docentes. La secuencia contó con 5 actividades realizadas durante un encuentro de 4 horas. Las actividades experimentales simples posibilitaron que la carga cognitiva no estuviera puesta en complejos procedimientos, sino en la construcción de significados. La comprensión de los conceptos de metrología y su recuperación a lo largo del curso mejoró la obtención y análisis de resultados en los trabajos prácticos de la asignatura.

Palabras clave: Introducción a la medición; Secuencia didáctica; Actividades experimentales simples, Enseñanza para la comprensión; Enseñanza de la física.

I. INTRODUCCIÓN

La medición es un proceso fundamental en las ciencias naturales, en general, y en la física en particular. Conceptos como mensurando, error absoluto, error relativo, veracidad, precisión, errores sistemáticos y errores aleatorios son tradicionalmente abordados en forma teórica, con pocos ejemplos de aplicación. Esto motivó un cambio en la dinámica de introducción al tema. La propuesta fue realizar secuencias didácticas (Díaz-Barriga, 2013; Furió-Más y otros, 2012) empleando actividades experimentales simples (Reverdito y Lorenzo, 2007; Idoyaga y Maeyoshimoto, 2018), incluyendo aspectos de la enseñanza para la comprensión (Perkins, 1992).

Esta secuencia se aplicó durante el 2018 y 2019 en un primer curso de física universitaria para futuros técnicos universitarios en medicina nuclear. Participaron aproximadamente 30 estudiantes por año y 3 docentes.

Los objetivos de aprendizaje son que los estudiantes construyan ideas sobre el proceso de medición. Que puedan dar cuenta de qué es medir, que construyan ideas sobre patrones, material de referencia, error absoluto, error relativo y su aplicación en la medición, que comprendan las diferencias entre las medidas únicas y múltiples, medidas directas e indirectas, que apliquen la teoría de propagación del error para las medidas indirectas y que conozcan nociones básicas de estadística aplicada para mediciones múltiples.

II.DESARROLLO

La secuencia contó con 5 actividades que se realizaron durante un encuentro de 4 horas.

La primera actividad se realizó con los siguientes materiales: palitos de helado y regla de 20cm. Se propuso a los estudiantes que midieran la longitud del largo del palito de helado con la regla, que realizaran el registro de dicha medición y al finalizar se les consultó: ¿qué resultado obtuvieron?, ¿qué se midió?, ¿cómo se realizó dicha medición?, ¿qué aparato de medida se utilizó?, ¿qué elementos interactúan o intervienen en una medición? Dichas preguntas posibilitaron la reflexión de la actividad realizada y la elaboración de la definición de mensurando y la identificación de los elementos que interactúan en la medida.

A continuación, se les consultó: ¿qué magnitud se midió?, ¿qué es una magnitud?, ¿qué unidades tiene dicha magnitud medida?, ¿qué tipo de magnitudes conocen? Estas preguntas permitieron la construcción de la definición de magnitud física, su clasificación en magnitudes fundamentales y derivadas y las unidades del Sistema Internacional (SI).

Posteriormente, y mediante los conceptos elaborados, se vuelve a consultar: ¿qué es medir?, ¿es comparar? ¿qué se compara?, ¿qué es un patrón de medida?, ¿qué son los materiales de referencia? Estas preguntas proporcionaron el vehículo para la construcción de la definición de medición, de patrón metrológico y materiales de referencia y brindó la posibilidad de comentar los cambios de los patrones a través de la historia.

Luego de elaborar los conceptos de medición, de patrones y materiales de referencia, se les consultó a los estudiantes: ¿cómo se relaciona el instrumento de medida con el patrón?, ¿qué es calibrar?, ¿conoce realmente el valor de la longitud del palito de helado?, ¿se puede conocer dicho valor?, ¿qué es el error o incertidumbre? Aquí nuevamente se elaboró el concepto de calibración, su relación con los patrones, los materiales de referencia, la importancia de la trazabilidad y la reflexión acerca del concepto de error.

Al finalizar la primera actividad se les consultó ¿cuántas veces se midió?, ¿cuántos resultados se obtuvieron? Las preguntas permitieron introducir los conceptos de medidas únicas y múltiples.

En la segunda actividad se contó con los mismos materiales que la actividad anterior. Se les solicitó que midieran el espesor del palito de helado con la regla de 20cm y que lo registraran. Esta actividad permitió la reflexión sobre error, que reconocieran su impacto en la medida y la construcción de los conceptos de error absoluto, error relativo y error relativo porcentual. Asimismo, dio la oportunidad de introducir la correcta expresión de los resultados de la medida.

En la tercera actividad se realizó con los siguientes materiales: hoja A4 y regla de 20cm. (Se resalta que sea de esta medida y no superior para los fines de la actividad). Se les solicitó a los estudiantes que midieran la longitud del largo de la hoja A4 con la regla y que registraran el resultado. Luego, se les realizaron las siguientes preguntas: ¿qué resultado obtuvo?, ¿cómo se realizó la medición?, ¿cuántos resultados se obtuvieron?, ¿cuántas veces interactuó la regla con el mensurando?, ¿qué tipo de medida se realizó, medida múltiple o única?

Estas preguntas permitieron la construcción del concepto de medida directa y medida indirecta, medida única y medida múltiple y permitió introducir el método de propagación de error de las medidas indirectas. De esta manera, se estableció la correcta expresión de los resultados.

En la cuarta actividad se contó con los mismos materiales que la tercera actividad y se les requirió que midieran la longitud del ancho de la hoja A4 con la regla y por medio del resultado obtenido en la tercera actividad calcularan la superficie de la hoja A4. Entonces, se les consultó: ¿qué resultados obtuvieron?, ¿los resultados son obtenidos a partir de medidas directas o indirectas?, ¿cuál es el error absoluto de cada medida? Estas preguntas permitieron aplicar el método de propagación de errores de medidas indirectas y la expresión correcta de los resultados.

En la quinta utilizando los mismos materiales que en la primera (palitos de helado y regla de 20cm), se les requirió a los estudiantes que midieran la longitud del largo del palito de helado 10 veces, y se les preguntó: ¿qué resultados obtuvieron?, ¿realmente todos los resultados fueron los mismos?, ¿qué tipo de medida se realizó, medida múltiple o única? Estas preguntas permitieron la construcción de conceptos como método de medición, precisión, veracidad, sesgo, exactitud de la medición, error sistemático y error aleatorio. De esta forma, se introdujeron conceptos básicos de estadística y su empleo en la medición y expresión correcta de los resultados.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

La presente secuencia permitió la introducción a los conceptos de las mediciones ofreciendo puntos de anclaje para la construcción de conocimiento. Mediante la práctica reflexiva con realimentación informativa se alcanzó una fuerte motivación intrínseca y extrínseca. La contextualización lograda a partir del hacer, contrastó con la modalidad tradicional de abordar estos contenidos en forma teórica (Perkins, 1992). El empleo de las actividades experimentales simples en esta secuencia posibilitó que la carga cognitiva no estuviera en los procesos, como el manejo de aparatos e instrumentos de medición, sino en la construcción de significados (Idoyaga, Maeyoshimoto, 2018). De esta manera, la comprensión de los conceptos de metrología y su recuperación a lo largo del curso facilitó que los estudiantes obtuvieran resultados y realizaran análisis a lo largo de todas las actividades experimentales de la asignatura.

REFERENCIAS

- Díaz Barriga, A. (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Revista de currículum y formación del profesorado*. Vol. 17 N° 3. pp. 11-33.
- Furió-Más, C; Domínguez-Sales, M. C. y Guisasola, J.(2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 30 N°1, pp. 113-128.
- Idoyaga, I y Maeyoshimoto, J. (2018). Capítulo IV. Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En Lorenzo, M.; Odetti, H.S.; Ortolani, A.E. (Editores). *Comunicando la ciencia. Avances en investigación en didáctica de la ciencia*. ISBN 978-987-749-105-0.
- Perkins, D. (1992). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Editorial Gedisa, S.A.
- Reverdito, A. y Lorenzo, G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química. *Educación en la Química*, Vol. 13 N°2, pp. 108–121.



Uso de dispositivos de bajo costo, para la realización de experiencias de laboratorio en el aula con el objetivo de estudiar el movimiento rectilíneo de partículas en el nivel Secundario

Maria Laura Giannone^{1,2}

¹EESOPi N°3040 Brigadier López, Bv. Oroño 939, Rosario, Santa Fe

²Escuela Superior de Comercio Libertador San Martín - UNR, Balcarce 1240, Rosario, Santa Fe

E-mail: marialaugiannone@gmail.com

Resumen

El trabajo refleja las experiencias realizadas en varias instituciones educativas de nivel medio, las cuales no cuentan, de forma temporal o permanente, con laboratorios. Con el objetivo de enriquecer el desarrollo de la asignatura Física, y fomentar el entusiasmo en la Ciencia en los alumnos, se diseñó esta actividad, para el estudio de la caída de un cuerpo, en el marco del desarrollo de los contenidos de los movimientos rectilíneos uniformes y uniformemente variados. El registro fue con los celulares de los alumnos (para implementar tecnología que está al alcance de la mano) y posteriormente analizada en grupos y presentadas en un informe escrito. Por último, se comenta algunos puntos comunes a destacar de las mismas.

Palabras clave: Movimientos rectilíneos; Dispositivos de bajo costo; Laboratorios; Secundario; Recursos didáctico

I. INTRODUCCIÓN

“Los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importante en la enseñanza de las ciencias por permitir una multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia” (Caamaño, 2003)

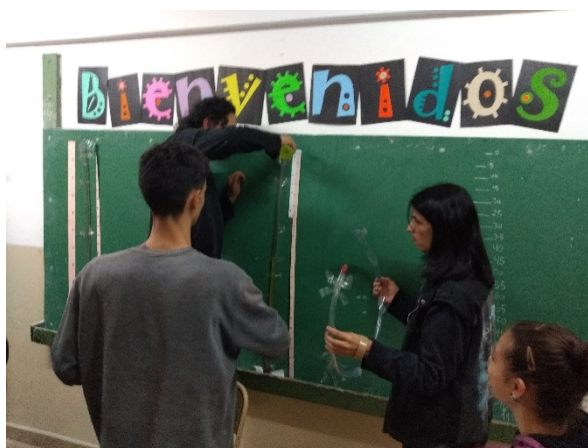
Este pequeño párrafo sintetiza, de forma muy sencilla, la visión sobre la importancia de realizar actividades experimentales en la Educación en Ciencias. Pero cuando se llega a las instituciones, hay gran disparidad de recursos, sea por falta de fondos o porque la orientación de la institución no es en Ciencias Naturales. Es ahí, cuando comienza a ponerse en funcionamiento el ingenio que tienen todos los docentes. El dispositivo surgió, por primera vez, para ser utilizados en una escuela pública de bajos recursos (EESO N° 663 – tercer año, T.T. de la ciudad de Rosario), con el objetivo de generar

interés viviendo una parte esencial de la ciencia, la experimentación, y, además, fomentar las competencias asociadas a la elaboración y análisis de gráficas de movimiento, temática desarrollada previamente, pero que les resultaba sumamente ajenas a sus vidas, y por lo tanto, incomprensibles.

Debido a lo enriquecedor de la primer experiencia, se repitió en otras instituciones, EESOPi N° 3040 Brigadier López (3°1° - 2018 y 2019), EEMPA N° 1036 (4°B -2019), Superior de Comercio (4° B y D - 2019).

II.DESARROLLO

Se cuenta con 6 juegos de dispositivos, los cuales constan de 1 tubo de PVC transparente de 1,2m de largo, al cual se le tapa uno de sus extremos con un tapón plástico. Se lo monta de tal forma que quede vertical, sobre una pared del aula, con la parte tapada en el borde inferior, junto a una regla de papel, que previamente se les solicitó a los alumnos que diseñaran del mismo largo. Luego, se lo llena de champú neutro diluido con agua, menos del 10%, formando un fluido transparente y con alta viscosidad. Este fue necesario, porque al preparar los dispositivos, se observó que la caída libre de los cuerpos en el aire era sumamente difícil de registrar, por lo tanto, se agregó el fluido para que el movimiento sea más lento, y permitió que la aceleración obtenida, ya no fuese predecible, pudiéndose dar hasta el posible caso extremo de que no haya aceleración (a la velocidad límite). Luego de la instalación, se produce el registro del movimiento de la caída de unos pequeños imanes de cilíndricos de neodimio (de 10mm de alto y 5 mm de diámetro, se usan porque son fácil de sacar), a través de una filmación que ellos mismos tomarán con sus celulares, para luego hacer el posterior



análisis del movimiento.

FIGURA 1: Alumnos del EEMPA N° 1036 montando el tubo de PVC en el pizarrón para realizar la experiencia

El video se analiza guiados por una serie de consignas, donde lo primero, es realizar una tabla de posición vs tiempo, tomando varios momentos de la filmación (de ser posible 10), y luego trasladando esos valores en una gráfica, que se puede realizar a mano o con algún programa en computadora (no se trabaja con incertezas en las medidas, para simplificar la actividad y por falta de tiempo para desarrollar el tema). También se calcula la velocidad media de cada intervalo, y se lo gráfica. Todo esto se repite con un segundo video.

Ya obtenidas las gráficas, se responden a las consignas para llegar a una conclusión sobre qué tipo de movimiento es, si MRU o MRUV, y en este último caso, con ciertos grupos, se agregó el pedido del cálculo de la aceleración. Además, se hace una comparación entre los resultados obtenidos de ambos videos, así saber si son semejantes, de no serlo, se les propone que postulen hipótesis sobre que consideran que afecto las caídas de esos dos cuerpos.

En el caso del EEMPA (Educación de Adultos), como son alumnos con muy poca pericia para realizar gráficas, se les dio el formato ya armado en papel, y ellos solo marcaban los puntos en la misma y trazaban las líneas que los unían, ya que realizar una gráfica con su escala correspondiente, no es trivial, y fue un inconveniente que surgió repetidamente en las otras escuelas.

Por último, se entregaba un informe escrito (a mano o con computadora) por grupo.

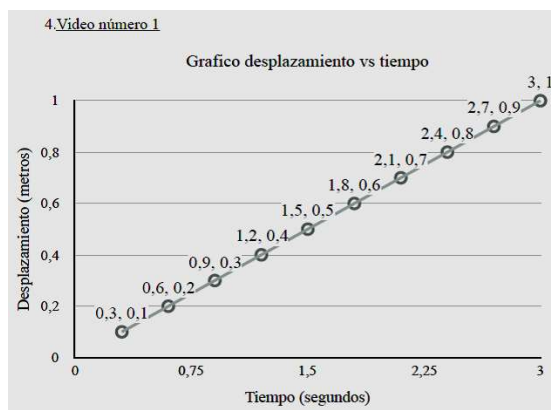


FIGURA 2: Grafica realizada por un grupo de 4ºB del Superior de Comercio

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

La actividad en todas las instituciones en donde se realizó fue generadora de entusiasmo en los alumnos, logrando un ambiente distendido de trabajo pero comprometido con la actividad. Los mismos, tuvieron una experiencia, donde se mostró otra faceta de la Física. Pero entendiendo, que hacer experimentos, tienen un objetivo, y eso les demandó un compromiso posterior al trabajo áulico.

Se buscó fomentar el trabajo en grupo, el uso de TIC, el análisis de información y generación de gráficos para interpretar los hechos suscitados en la experimentación, para que las conclusiones fueran basadas en evidencias.

En general, los informes, tuvieron una primera entrega, donde se observaron dificultades repetidas, como la de los errores de las escalas de los ejes cartesianos (ya mencionado previamente), la incorrecta aplicación del concepto de intervalo de tiempo para el cálculo de velocidades medias, y el más común, se generó en los escritos, ya que daban por sobreentendida ciertas cosas de la actividad desarrollada. Todos comprensibles ya que fue la primera experiencia de laboratorio, y tenían que adecuarse a este formato de presentación y escritura. Luego de las correcciones, fue la presentación final de los mismos.

Se notó que los informes fueron elaborados con detalles, dentro de las posibilidades de cada contexto. Algunos grupos optaron por realizarlos digitalmente, mientras que otros, fueron hechos a mano en papel.

Las conclusiones a las preguntas que guiaron el análisis de los resultados, fueron, en todos los casos, correctos y coherentes con lo trabajado, a pesar de que los resultados fueron diferentes entre los grupos. Lo que mostró que no hubo copias entre los informes.

REFERENCIAS

Caamaño, A. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: GRAÓ



Descenso rosa

Aldo Adrián Duarte, Gladys Patricia Pagani

Escuela Privada N° 31 "Santa Lucía" A. del Valle N° 436 CP 3200 Concordia Entre Ríos Argentina.

Escuela NINA N° 12 "General Justo José de Urquiza" 25 de mayo 585 CP3216 General Campos, San Salvador, Entre Ríos, Argentina.

E-mail: aldoadriand@gmail.com

Resumen

Presentamos una experiencia compartida a través de Google Drive, entre los alumnos de dos escuelas de Entre Ríos, que a partir de una situación problemática planteada a través de la observación de un video de la Pantera Rosa, indagan y proponen maneras de retardar la caída. Utilizando diversos recursos, construyen paracaídas para la experimentación, juegan, registran y analizan caídas de diversos cuerpos, y utilizando un simulador comparan sus resultados.

Palabras clave: Paracaídas, Caída, Juego, Experiencia compartida.

I. INTRODUCCIÓN

La experiencia que compartimos se llevó a cabo en la escuela Privada N°31 "Santa Lucía" de la ciudad de Concordia y la escuela N° 12 NINA "General Justo José de Urquiza" de General Campos ciudad de San Salvador. Participaron 103 niños de 6to. grado, de entre 11 y 13 años de edad, que compartieron sus vivencias a través de videos y fotografías en redes sociales (Google Drive). La motivación de la propuesta se basó en el juego

Como en todas las áreas, en ciencia y tecnología, creo que enseñar a jugar el juego completo se basa en ofrecer, a los chicos, oportunidades de participación en las prácticas auténticas de cada disciplina. Por ejemplo, en ciencias, se tratará de que los niños puedan participar en investigaciones y exploraciones sobre fenómenos del mundo natural que puedan resultar intrigantes, tanto sobre preguntas propuestas por el docente como respecto de las propias. En tecnología, se tratará de que los alumnos se enfrenten a un problema a resolver para el cual deban diseñar o mejorar algún artefacto tecnológico, recorriendo en forma colaborativa el proceso de planificación y revisión asociado a toda creación tecnológica. (Furman, 2016)

Se ubica dentro de los lineamientos de los NAP de Ciencias Naturales y Tecnología del segundo Ciclo EGB/ nivel primario (2007).

La situación problemática a resolver, a partir de la observación de un video que se utilizó como disparador y la experimentación directa con elementos de diferentes materiales y pesos, fue: ¿Cómo la Pantera rosa podría retardar su tiempo de caída?

Nuestro objetivo es que los niños a través del juego, el planteamiento de preguntas, el registro de observaciones y la construcción de dispositivos para la experimentación analicen la caída de los cuerpos.

II. DESARROLLO

Durante todas las actividades se realizaron registros fotográficos y videos para compartir por Google Drive.

TABLA I. Resumen de Actividades

Título	Objetivos	Recursos	Descripción
Video "Descenso rosa"	Observar y describir de un fenómeno (caída de los cuerpos)	Video. Proyector. Computadora.	Los niños observan y describen.
Experimentando la caída de los cuerpos.	Vivenciar fenómenos a través de experimentos con material concreto. Anticipar secuencias a diferentes acciones. Utilización de equipamiento informático TIC Observar y registrar un fenómeno físico. Analizar diferentes alternativas para retardar su caída.	Material para experimentación: recipiente, cinta métrica, regla, friselina, soporte, esferas de diferentes materiales, balanza digital, cámara digital y netbook.	Uno de los integrantes del procedió a dejar caer desde una altura de dos metros, las tres esferas de diferentes materiales. Mientras los compañeros registraban el orden de caída. Una vez terminada la actividad, realizaron una puesta en común, donde se plasmaron en el pizarrón y luego en sus carpetas las observaciones registradas entre todos. Los niños mencionan los factores que intervienen en el fenómeno (masa, peso, aire, gravedad, caída) mencionan sus ideas previas sobre estos conceptos y luego entre todos se procede a conceptualizarlos formalmente.
Construcción de un paracaídas	Construir dispositivos para la experimentación.	Instructivo. Tutoriales. Material para la construcción: bolsa de nylon, piola, cinta adhesiva, recipiente, esfera, compás, tijeras y birome.	Los niños utilizaron el Google Drive para consultar el instructivo y los tutoriales. Construyeron el dispositivo. Se subieron a las carpetas, del Google Drive, las fotos y videos de la construcción.
Jugando con el Paracaídas	Resolver una situación problemática mediante el uso de material concreto.	Paracaídas construido, una esfera, cinta métrica, cronometro, ficha de registro de tiempo.	Los alumnos realizaron la prueba de su dispositivo y luego comenzaron a registrar el <i>tiempo</i> de caída. Se realizaron varios registros que se promediaron. Se comprobó el retardo en el tiempo de caída.
Recreando con un simulador	Experimentar con variables que no se pueden realizar en el aula: otros materiales y radios de las esferas, diferente altura y ausencia de aire.	Simulador: Caída Libre. Universidad Nacional Autónoma de México	El simulador recrea el experimento de Galileo. Con esta aplicación los niños pudieron variar la masa, altura, diámetro de la esfera y la posibilidad de quitar el rozamiento por el aire, esto les permitió ver el tiempo de caída de cada esfera en diferentes condiciones.
Nos conocemos	Fomentar el trabajo colaborativo.	Google Drive.	Las vivencias y experiencias fueron compartidas a través de Google Drive donde también se compartieron fotos y videos.

Se trabajó en los espacios de Tecnología, con el apoyo de las docentes de Ciencias Naturales y Sociales, los niños trabajaron en grupos mixtos.

Al comenzar cada encuentro se compartían las experiencias registradas en cada escuela.

En la TABLA I se resumen las actividades desarrolladas.



FIGURA 1, 2. Estudiantes construyendo los paracaídas.

TABLA II. Orden de caída de materiales.

Altura	2 metros				
Material	Madera	Hierro	Plástico	Vidrio	Goma
Peso (gr)	1,8	20	2	5	30
Orden	5	2	4	3	1

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Los niños se involucraron con mucho entusiasmo en cada actividad, esperaban ansiosos para entrar al Gmail a ver los resultados de la otra escuela, subir sus archivos, fotos y videos. Se trabajó en comunicación con los padres para coordinar el acceso al correo.

Los dispositivos construidos (algunos se muestran en la figura) permitieron experimentar tiempos de caída con y sin paracaídas.

Las principales dificultades que debimos superar fue disponer de acceso a Internet y coordinar los momentos de encuentros “Virtuales” por lo que se trabajó más en base a videos. También se debieron cambiar de lugar y materiales para que se pudiera observar mejor el experimento de la caída de los cuerpos.

Nuestra propuesta requirió cuidadoso diseño y planificación entre docentes, equipos directivos y familia. Los resultados fueron tan alentadores, los niños disfrutaron los experimentos, construcciones, intercambios y vivencias. Creemos que esta propuesta se puede adaptar a otros niveles educativos, desde el Nivel Inicial, Escuela Secundaria (Ciclo Básico y Orientado) y Nivel Terciario.

REFERENCIAS

Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. NAP. (2007). Cuadernos para el aula: Ciencias Naturales 5. 1er. Ed. Buenos Aires. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

Furman, M. (2016).XI Foro Latinoamericano de Educación. La construcción del pensamiento científico y tecnológico en los niños de 3 a 8 años. <http://www.fundacionsantillana.com/2016/08/23/xi-foro-latinoamericano-de-educacion/> visitado el 25/05/2019

Universidad Nacional Autónoma de México

<http://www.objetos.unam.mx/fisica/caidaLibre/index.html> visitado el 20/03/2019 (simulador)



Fabricación y uso de aleación de Bi/Pb/Sn para enseñar el concepto de punto eutéctico

Juan Ariel Pullao^{1,2}, Georgina De Micco^{1,3} y Gastón Galo Fouga^{1,2,3}

¹ Comisión Nacional de Energía Atómica -Centro Atómico Bariloche

² Universidad Nacional de Río Negro -Sede Andina

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

E-mail: arielpullao@gmail.com

Resumen

La fabricación y el uso de aleaciones de bajo punto de fusión en prácticas de laboratorio de nivel universitario brindan una oportunidad para enseñar contenidos que son comunes a las áreas de física y química, posibilitando un espacio de enseñanza interdisciplinaria. El concepto de punto eutéctico, es uno de estos contenidos, y puede enseñarse empleando una propuesta de este estilo. En este trabajo, se comparte una experiencia docente en la que a través de una actividad de laboratorio se enseña a alumnos universitarios de química inorgánica el concepto de punto eutéctico.

Palabras clave: Enseñanza Interdisciplinaria; Aleaciones de bajo punto de fusión; Punto eutéctico; Diagramas de fase sólido-líquido; Práctica de Laboratorio.

I. INTRODUCCIÓN

El bismuto es un elemento de la tabla periódica que al mezclarse con otros metales puede formar aleaciones que tienen puntos de fusión inferiores a los 100 °C (Kirk y Othmer, 1990). Estas mezclas se conocen como aleaciones de bajo punto de fusión, y pueden fabricarse y usarse en prácticas de laboratorio para enseñar el concepto de punto eutéctico introduciendo conjuntamente el uso de diagramas de fase sólido-líquido. Adicionalmente, una práctica de este tipo es una actividad enriquecedora para que los alumnos estudien los factores físicos y químicos que afectan el proceso de fusión, el cambio en las propiedades físicas de las aleaciones al variar las concentraciones de sus componentes y los aspectos que deben ser considerados durante la fabricación de este tipo de mezclas.

La experiencia docente que se presenta en este trabajo consta de una práctica de laboratorio donde los alumnos fabrican una aleación compuesta por 52% Bi, 32% Pb y 16% Sn en peso y que funde a 96 °C (Jensen, 2010), para posteriormente compararla con una mezcla que contiene las mismas proporciones de estos metales, pero producida en el Dpto. de Fisicoquímica y Control de Calidad del Complejo Tecnológico Pilcaniyeu con un control más riguroso de las concentraciones de los aleantes y empleando elementos de alta pureza. El objetivo de esta práctica es que los alumnos visualicen que ambas aleaciones funden a temperaturas inferiores a 100 °C y analicen las diferencias entre sus puntos de fusión a través del concepto de punto eutéctico empleando los diagramas de fases binarios y ternarios. Los autores consideran que la importancia de esta actividad radica en que puede ser implementada con estudiantes universitarios en cursos de física y química; por lo que se vuelve una

práctica de carácter interdisciplinario que los docentes pueden llevar a cabo con materiales accesibles que no presentan riesgos para el alumnado, y cuyo enfoque y extensión está determinado por la disciplina en la cual se aplique.

La actividad se realizó con estudiantes de Química Inorgánica del segundo año del Profesorado de Nivel Medio y Superior en Química en la Universidad Nacional de Río Negro. Los alumnos de química inorgánica estudian las aleaciones de bajo punto de fusión del bismuto, un elemento químico perteneciente al grupo de los nitrogenoides, por lo que el equipo docente consideró pertinente implementar la práctica en este contexto. El curso está conformado por siete estudiantes y la actividad se llevó a cabo en el laboratorio de química de la universidad, bajo la supervisión del Dr. Gastón Galo Fouga y el Prof. Esp. Juan Ariel Pullao.

II. DESARROLLO

Para comenzar la práctica los siete estudiantes formaron un único grupo. Inicialmente se les pidió que calcularan las masas de Bi, Pb y Sn para preparar una aleación con un peso total de 30 g, sabiendo que la mezcla debía contener 52% Bi, 32% Pb y 16% Sn en peso. Antes de que los estudiantes procedan a pesar las cantidades calculadas, se les pidió que lean las fichas internacionales de seguridad química de estos elementos, para evaluar los posibles riesgos físicos y químicos durante la fabricación de la aleación. La pesada de los aleantes se realizó en una balanza analítica. A continuación se colocaron los metales en una capsula de vidrio de sílice (1a) fabricada en el Taller de Vidrios del Centro Atómico Bariloche. Con la ayuda del equipo docente los alumnos introdujeron la cápsula en el interior de un horno eléctrico (1b), que se seteó para que alcance una temperatura de 400 °C con el objetivo de fundir los componentes de la mezcla y formar la aleación. Se trabajó con esta temperatura debido a que el punto de fusión del Pb es 327.40 °C mientras que los puntos de fusión del Bi y el Sn son 271.30 °C y 231.80 °C respectivamente.

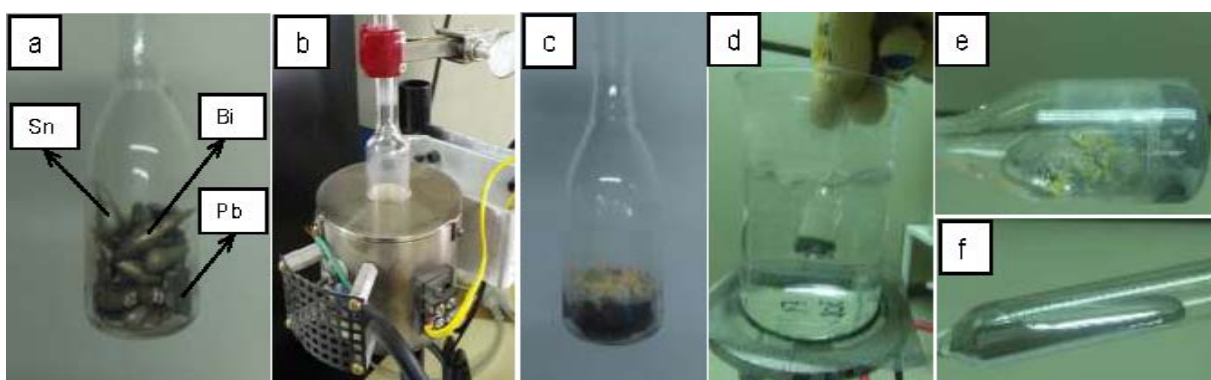


FIGURA 1. a) Cápsula con los aleantes pesados por los estudiantes. b) Mezcla fundiéndose en el interior del horno. c) Aleación obtenida por los alumnos. d) Aleación sumergida en agua en ebullición. e) Aleación fundida. f) Aleación fabricada por el equipo docente.

La mezcla se fundió en un tiempo aproximado de 20 minutos y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente en el interior de la cápsula (1c). A continuación los alumnos calentaron 800 cm³ de agua en un vaso de precipitados con la capsula en el interior del mismo (1d), y haciendo uso de un termómetro, controlaron la temperatura del experimento hasta que la aleación se fundió completamente (1e). Los estudiantes observaron que la fusión ocurrió a los 98 °C, temperatura cercana al punto eutéctico reportado en la literatura. Seguidamente, los alumnos colocaron la aleación fabricada en el Dpto. de Fisicoquímica, en otro vaso de precipitados con 800 cm³ de agua a

una temperatura próxima al punto de ebullición, y utilizando nuevamente un termómetro, vieron que la mezcla fundió a 96 °C (1f), temperatura que coincide con la temperatura eutéctica. El grupo reconoció que había una diferencia entre el punto de fusión de la aleación que ellos fabricaron con el punto de fusión de la aleación que diseñó el equipo docente. Esto se verificó posteriormente, mediante un análisis térmico diferencial ATD realizado a ambas muestras, el cual se compartió con los alumnos. El equipo docente explicó la diferencia entre las temperaturas de fusión introduciendo el concepto de punto eutéctico y el diagrama de fases sólido-líquido de la aleación binaria Sn/Bi (2a) (Massalski, 1990). Se empleó éste diagrama porque visualmente es más fácil de comprender que los diagramas de fase ternarios, en especial para alumnos iniciales.

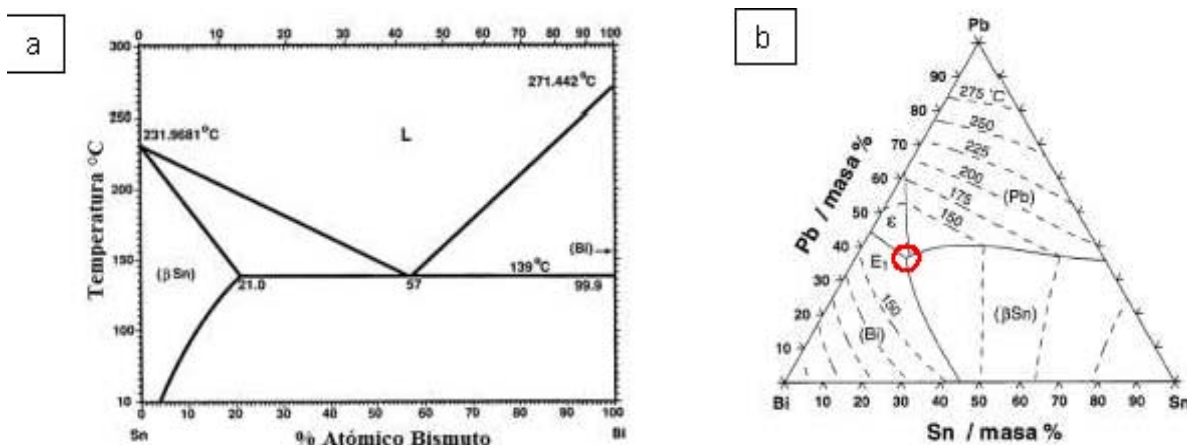


FIGURA 2. a) Diagrama de fases binario Sn/Bi usado en la práctica. b) Diagrama de fases ternario Bi/Pb/Sn. El círculo encierra el punto eutéctico.

El diagrama se proyectó en el pizarrón, y haciendo uso de un puntero, los docentes indicaron qué representan los ejes en el diagrama, las líneas de equilibrio de fases, las zonas que estas líneas encierran, cómo se lee el diagrama y la importancia del punto eutéctico. A continuación se proyectó el diagrama de fases ternario de la aleación Bi/Pb/Sn (2b) (Ohnuma y otros, 1999) donde sólo se señaló la temperatura del punto eutéctico especificando que los porcentajes de los aleantes, a los cuales se logra este valor, fueron los empleados en la práctica. En base a esto, se analizó con los alumnos por qué la aleación que ellos prepararon no fundió a 96 °C sino a una temperatura levemente superior, lo cual permitió concluir que dicha diferencia se podía deber a la oxidación parcial de los aleantes, a su baja pureza y a errores asociados con el proceso de pesaje. Este análisis les permitió entender por qué determinados factores, vinculados con la fabricación de la aleación, generan que el punto de fusión se desplace del valor eutéctico y la mezcla deje de fundir a una temperatura relativamente baja.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

La experiencia docente se realizó exitosamente. Los alumnos pudieron visualizar que las aleaciones fundieron a temperaturas inferiores a 100 °C, como así también entender a qué se debe dicho comportamiento. La implementación de una práctica de laboratorio acompañada por el uso de diagramas de fase para sistemas binarios y ternarios facilita en los alumnos la comprensión de por qué ciertas aleaciones que contienen bismuto tienen puntos de fusión inferiores a los 100 °C. Por otra parte, estudiar las aleaciones de bajo punto de fusión en química, demanda una práctica interdisciplinaria que enriquece la visión de los estudiantes, dándoles un panorama más amplio de los fenómenos físicos y químicos. Si bien la práctica se realiza con alumnos universitarios, también puede aplicarse con estudiantes de nivel medio para enseñar conceptos vinculados con el estudio de soluciones sólidas, punto de fusión y cambios de estado. Adicionalmente, se debe mencionar que la

universidad no contaba con aleantes de alta pureza, lo cual, junto a la presencia de oxígeno, propiciaron la formación de una capa superficial de óxido sobre la mezcla preparada por los alumnos, variando las propiedades de físicas de la misma. Esto se podría evitar si al momento de realizar la práctica se contara con reactivos de alta pureza y un reactor donde preparar la aleación bajo una atmosfera controlada de nitrógeno.

REFERENCIAS

Jensen, W. (2010). Ask the Historian Onion's Fusible Alloy. *Journal of Chemical Education*, Vol. 87 pp 10501051.

Kirk, R. E. y Othmer, D. A. (1990). *Encyclopedia of Chemical Technology*. Bismuth and bismuth alloys. Editorial: Wiley John and Sons.

Massalski, T. B. (1990). *Binary Alloy Phase Diagrams*. Vol 2. Editorial: American Society for Metals.

Ohnuma, I., Liu, X. J., Ohtani, H. elshida, K. (1999). Thermodynamic Database for Phase Diagrams in Micro-Soldering Alloys. *Journal of Electronic Materials*, Vol 28 N° 11 Special Issue Paper.



Una propuesta experimental para abordar la relación $Q = m c_e \Delta T$

Marcos Daniel Martín

I.S.P.S. N° 6005, Entre Ríos 1850 Salta Capital, Salta.

E-mail: mmarcdan12@gmail.com

Resumen

Este trabajo describe el diseño e implementación de una actividad de intervención áulica desarrollada como estudiante en la Práctica III del Profesorado de Física de Salta. La misma propone una manera innovadora de abordar la relación general de la calorimetría: $Q = C_e.m.\Delta T$ a partir de un trabajo de indagación experimental previo al desarrollo formal de esta relación. La propuesta se encuadra en la postura de un *profesor investigador* que plantea la mejora de sus propias prácticas a partir del diseño de actividades innovadoras que aborden un problema de la enseñanza, su implementación y puesta a prueba en el aula y su posterior evaluación de resultados de acuerdo a los logros de los propios alumnos.

Palabras clave: Calorimetría. Indagación experimental. Profesor Investigador

I. INTRODUCCIÓN

La experiencia didáctica que se presenta se desarrolló durante el año 2018 en un cuarto año (12 alumnos) del colegio secundario Juan Carlos Saravia N° 5071, con orientación en ciencias sociales, ubicado en barrio Limache en zona sur de la ciudad de Salta. Esta intervención se realizó en el marco de la materia Práctica Docente III (3er año) del Profesorado de Física del Instituto 6005 de la ciudad de Salta, tras una fase previa de observaciones de clase. La propuesta de la cátedra consistía en llevar a cabo una actividad innovadora donde los alumnos tuvieran un rol activo, y esta actividad debería incluirse en la unidad que el curso estuviera desarrollando con su docente a cargo.

Durante la etapa previa se observó que las clases que los alumnos recibían consistían en trabajos prácticos teóricos, elaborados por preguntas cerradas, teniendo como única fuente de información el material de lectura proporcionado por la docente. La presentación de estos prácticos determinaba la aprobación de los trimestres. A partir de las observaciones y entrevistas efectuadas a los propios alumnos, se hizo evidente el poco interés por el aprendizaje de la física, así también tenían incorporada una imagen superficial de la ciencia. En base a estos datos y de acuerdo a lo solicitado por la cátedra, se decidió implementar una estrategia diferente, tomando el modelo de enseñanza de la física como actividad investigadora, adoptando la figura de *profesor investigador* (García Carmona, 2009), aceptando de esta manera la existencia de problemas en la enseñanza de la física, lo que favorece la educación de una mentalidad abierta, una actitud reflexiva y una capacidad de autoanálisis y autocrítica.

La actividad fue diseñada para abordar el tema Calorimetría, incorporando el concepto de calor específico de una sustancia, y formó parte del desarrollo de la unidad Energía Térmica. El curso había tenido un desarrollo previo de los conceptos básicos de temperatura, transferencia de calor y la relación entre calor y energía; contaban además con conocimientos sobre potencia y energía eléctrica. En el diseño de la actividad se propuso partir de actividades experimentales procurando seguir la secuencia fenómeno-idea-terminología, (Gellon y otros, 2010) de manera que el alumno

vivencie el aprendizaje de conceptos científicos tal y como estos fueron desarrollados por los científicos, favoreciendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de capacidades.

II.DESARROLLO

La idea central de esta actividad fue lograr que los estudiantes, a partir de mediciones obtenidas en los experimentos puedan relacionar la variación de temperatura (ΔT) de una sustancia, con la energía o calor que recibe, así también su relación con la masa y la particularidad de la sustancia. Para esto se diseñó y llevó a cabo una secuencia de tres experiencias prácticas que los alumnos trabajaron de modo grupal siguiendo una guía. En cada una de ellas se aportaba energía a un sistema compuesto por líquido en un calorímetro a través de una resistencia de calentador eléctrico, hasta lograr una misma variación de temperatura en los tres sistemas (desde la temperatura ambiente de aprox. 20°C hasta 60°C), los cuales contenían respectivamente: 300 g de agua, 600 g de agua y 300 g de aceite comestible; comprobando la relación que se establecía en cada caso entre ΔT y el tiempo transcurrido (relacionado directamente con la energía “Q” suministrada). Los datos de medición se registraron en tablas y gráficos de ejes coordenados que contrastaban la variación de temperatura en relación al tiempo en los tres casos.



FIGURA 1. Calentador eléctrico colocado dentro de vaso de precipitado, el cual contiene agua y su temperatura medida por un multímetro.

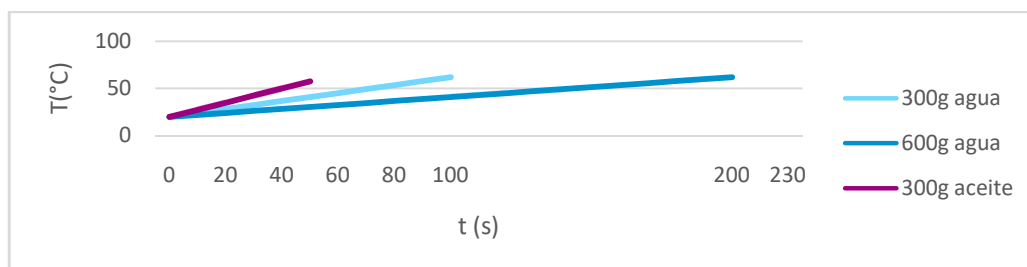


FIGURA 2. Gráfico de las temperaturas de las sustancias en función del tiempo.

La guía de trabajo experimental incluía preguntas posteriores que pretendían orientar al alumno en el análisis y la interpretación de los datos obtenidos, de manera que pudieran establecer una relación de proporcionalidad entre la cantidad de energía suministrada y la masa de la sustancia ($Q \sim m$), y también una relación entre la cantidad de energía y la cualidad de la sustancia que se definirá luego como calor específico ($Q \sim c_e$), de manera que, relacionando todo lo anterior, se pudiera llegar a la formulación de la relación:

$$Q = C_e \cdot m \cdot \Delta T \quad (1)$$

En el transcurso de las clases experimentales los alumnos cambiaron su actitud pasiva y desinteresada mostrada hasta entonces, por una postura activa, curiosa y crítica. Formulando conjeturas, evaluando y coordinando las tareas propias del experimento, realizando toma de datos en simultáneo. Cada grupo obtuvo resultados diferentes en las mediciones, conservando las proporciones esperadas para el análisis final, dando pie a la discusión de la tarea propia de medición

y los errores en el proceso. Por circunstancias del cronograma escolar y falta de clases, las evaluaciones de los resultados se realizaron a partir de la entrega de las guías grupales y una evaluación final, las cuales dieron certeza que los alumnos lograron encontrar y describir las relaciones buscadas. Como por ejemplo al comparar las experiencias del agua con la del aceite sin variar la cantidad de masa, para introducir el concepto de calor específico, un grupo escribió en su práctico:

“La temperatura que alcanza un elemento al que se le entrega igual energía, depende de la composición del mismo.”

Todas las actividades experimentales fueron charladas previamente al desarrollo, para extremar las medidas de seguridad al manipular calentadores de resistencia eléctrica y sustancias con temperaturas elevadas. En particular la actividad relacionada con el calentamiento del aceite, fue realizada por el docente practicante ya que el aceite en contacto con la resistencia se calentaba con mayor rapidez y era necesario mover continuamente la resistencia dentro del aceite para que este no se quemara.

III. Conclusiones

Los alumnos lograron encontrar las relaciones buscadas en los experimentos individuales de relación de la masa con el calor, y el de la cualidad de las sustancias con el calor necesario para obtener el mismo cambio de temperatura. A partir de las gráficas elaboradas por los alumnos similares a las de la FIGURA 2 y la guía oral del profesor, se logró plantear la fórmula general de la calorimetría. Esta relación general no conto con el tiempo necesario para ser puesta en situaciones problemáticas posteriores y en la evaluación.

Para mejorar la actividad en futuras implementaciones, se aconseja tener previsto en la planificación mayor extensión de los tiempos de clases, dando lugar a la actividad de razonar e interactuar con los alumnos. Probar resistencias con menor potencial eléctrico, mejorando la seguridad y calidad en el calentamiento del aceite, buscar sustitutos al aceite y en caso que no se pueda realizar estos, disminuir la temperatura final requerida en las consignas. Utilizar el análisis de gráficos similares en trabajos prácticos posteriores y en las evaluaciones pertinentes.

La postura tomada de profesor investigador proporcionó una mayor flexibilidad al desarrollar las actividades, permitiendo los cambios y correcciones en las secuencias planificadas. Esta manera de trabajar propicia en el docente un trabajo gratificante y estimulante, con expectativa de encontrar nuevas maneras de pensar y razonar en los alumnos, mejorando las secuencias, preguntas y actividades tras el análisis de los resultados obtenidos, tornando la tarea docente dinámica, anti rutinaria, formadora de nuevas teorías y métodos.

De la misma manera, favorece en el alumno un desarrollo activo y protagonista de sus nuevos conocimientos, descubriendo y comprendiendo la relación establecida en el fenómeno y posteriormente formalizarlas con ecuaciones. Poniendo en juego y generando nuevas capacidades, tornando la actividad de la ciencia entretenida y generando en ellos un aprendizaje significativo.

REFERENCIAS

- García Carmona, A. (2009). Investigación en didáctica de la Física: Tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol.3 N°2, pp. 369-375.
- Gellon, G.; Rosenvasser-Feher, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2010), *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*, Buenos Aires: Paidós.



Determinación de Densidad Aparente y Volumen Específico Aparente en productos panificados

Franco Alul^{1,2}, Eliana Harris¹, Antonio Malleret¹

¹Facultad de Ciencias de la Alimentación, Ms. Tavella N° 1450, Concordia, Entre Ríos.

²Facultad de Bromatología, Gral. Perón N° 64, Gualeguaychú, Entre Ríos.

E-mail: malleretd@fcal.uner.edu.ar

Resumen

La presente experiencia docente se enmarca dentro de las actividades brindadas en las XI Jornadas de Puertas Abiertas a las Ciencias, realizadas en la Facultad de Ciencias de la Alimentación dependiente de la Universidad Nacional de Entre Ríos, dirigida a alumnos del Nivel Secundario. Se trabajó con dos grupos de 30 alumnos cada uno y de diferentes colegios que asistieron a dicho evento. El objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad aparente y el volumen específico aparente en productos panificados, teniendo en cuenta que dichos parámetros tienen una vinculación con la esponjosidad, cualidad que determina que el consumidor perciba un producto como liviano o pesado y es una característica deseable en estos tipos de alimentos tales como panes, bizcochuelos y magdalenas. Se trabajó con magdalenas de marcas comerciales reconocidas, presentes en el mercado local. Las mediciones se realizaron conforme al método 10-05 de la American Association of Cereal Chemists. Se utilizaron balanzas electrónicas, probetas graduadas, semillas de mijo, termómetros y calculadoras. Los resultados se procesaron mediante planillas con Excel-Microsoft®, y se obtuvieron los valores promedio de 10 mediciones. Se calcularon los estadísticos: Mediana (μ), Promedio y Desviación Standard (σ). El análisis de los resultados se evaluó mediante cuestionario donde los participantes realizaron conclusiones grupales en función de las observaciones planteadas, destacando que un valor de volumen específico aparente igual o mayor a $2,5 \text{ cm}^3/\text{g}$, es un óptimo resultado y está relacionado con la observación de una buena esponjosidad en el producto analizado.

Palabras clave: Densidad Aparente; Volumen Específico; Productos panificados; Medidas indirectas

I. INTRODUCCIÓN

La densidad aparente de un material o un cuerpo es la relación entre el volumen y el peso seco, incluyendo huecos y poros que contenga, aparentes o no. Las unidades habituales de densidad aparente son el g/cm^3 , kg/m^3 o Tn/m^3 . Sin embargo, el volumen de un material cambia con la temperatura (dilatación térmica) de manera que la densidad de los materiales también varía con la temperatura. A temperaturas próximas a la temperatura ambiente este efecto es especialmente significativo en los materiales líquidos y gaseosos, pero en los sólidos también es conveniente indicar la temperatura a la que se realizan los experimentos.

El volumen específico aparente es la relación del volumen que ocupa por unidad de masa, o sea es la relación inversa de la densidad aparente. Sus unidades, por lo tanto, son cm^3/g , m^3/kg o m^3/Tn . El volumen específico aparente tiene vinculación con la esponjosidad, cualidad que determina que el

consumidor perciba un producto como liviano o pesado y es una característica deseable en productos panificados como panes, bizcochuelos y magdalenas. (Velazque, y otros; 2017)

En estudios previos, realizados sobre productos panificados que tienen incorporado harina de chía al 15%, y aceites vegetales hidrogenados, se considera que un valor de volumen específico aparente igual o mayor a $2.5 \text{ m}^3/\text{kg}$ es un buen resultado y está relacionado con una buena esponjosidad del producto panificado final. (Pizarro y otros, 2013).

Las mediciones de los parámetros descriptos, se realizaron en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias de la Alimentación, dependiente de la Universidad Nacional de Entre Ríos, en la ciudad de Concordia, provincia de Entre Ríos. En el mismo se trató de mostrar las actividades diarias de los temas abordados durante el cursado de la carrera y su relación con la elaboración de alimentos. Las escuelas participantes son de nivel secundario, y los alumnos encuentran cursando los años terminales del mismo. Se trabajó con dos grupos de 30 alumnos cada uno y uno de los desafíos en poner en práctica la presente experiencia es que dichos colegios no cuentan con infraestructura de laboratorios, son de escasos recursos y no cuentan con los dispositivos de medición necesarios para experimentar y realizar mediciones de estas características. A su vez, cada grupo fue dividido en 4 subgrupos. La actividad fue diseñada con el tiempo de cursado y profundidad de temas abordados, acorde con las exigencias de los planes de estudios del nivel secundario.

Las metas planteadas por docentes y alumnos avanzados de la carrera, en el marco de dichas Jornadas, fue mostrar a los participantes el trabajo diario, en diferentes temáticas relacionadas al quehacer del profesional egresado de esta facultad, relacionados con la Ingeniería y Tecnología en Alimentos, y también incentivarlos a formar parte como futuros alumnos de la institución.

II. DESARROLLO

Para el desarrollo de las actividades se diseñaron tareas de cuarenta minutos de duración. Se considera oportuna la participación de alumnos avanzados de la carrera Ingeniería en Alimentos, y Becarios de proyectos de investigación, en ejecución ya que esta estrategia de articulación entre nivel secundario con la universidad permite integrar los distintos niveles como un todo, en lugar de analizarlos como compartimentos estancos y re significar la enseñanza entre pares, con un nivel más avanzado.

Para realizar las mediciones de la Densidad aparente, y el Volumen aparente, se consideraron las relaciones entre el peso y el volumen específico del producto, mediante la medición directa e indirecta en 10 muestras de magdalenas. La medición se realizó por el método n° 10-05 de la American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995). El Volumen aparente se midió por desplazamiento de semillas de mijo. En una probeta de vidrio marca de 1 l de volumen, se colocaron las semillas hasta alcanzar un volumen V_i . Luego se descargaron en otro recipiente y se introdujo la magdalena en la probeta, se cargaron nuevamente las semillas y se midió el volumen resultante V_f . El Volumen aparente del producto estudiado, se calculó como la diferencia de ambos volúmenes.



FIGURA 1. Estudiantes realizando las mediciones de volumen y peso de las magdalenas

Materiales: Balanza electrónica, muestras de magdalenas, probeta graduada de 1000 ml, semillas de mijo, calculadora, termómetro.

Resultados: Se muestran en la TABLA I.

TABLA I. Valores promedios obtenidos para los parámetros ensayados en los dos grupos de estudiantes del Nivel Secundario.

Nº Muestra	Peso (kg)	V_i (m ³)	V_f (m ³)	ΔV (m ³)	Densidad Aparente (kg/m ³)	Vol. Esp. Aparente (m ³ /kg)
GRUPO 1	0.024	0.600	0.662	0.62	0.41	2.58
Mediana (μ)	24	600	662	62	0.41	2.58
Desviación Estándar (σ)	0.726	0.000	14.757	14.757	0.108	0.649
GRUPO 2	0.025	0.574	0.666	0.70	0.38	2.70
Mediana (μ)	25.75	570	670	70	0.368	2.71
Desviación Estándar (σ)	0.409	20.656	8.433	12.472	0.059	0.497

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

En las dos experiencias realizadas con diferentes alumnos, se obtuvieron valores para el Volumen Específico Aparente, mayores a 2.5m³/kg; lo que nos estaría indicando una buena esponjosidad en el producto analizado (magdalenas). Asimismo, se observa de acuerdo a los valores obtenidos para la Desviación Estándar(σ), en ambos grupos, se han cometido errores mínimos, teniendo en cuenta los valores para dicho estadístico es cercano al cero. La experiencia en general permitió que los alumnos puedan observar que al realizar mediciones directas se deben extremar los recaudos para cometer los mínimos errores en las mediciones y que los resultados numéricos finales pueden presentar las mínimas variaciones si se trabaja de forma ordenada y en equipo. Las recomendaciones para docentes que quieran replicar la experiencia se centraron en la utilidad y aplicación de mediciones directas e indirectas, en los procesos tecnológicos de producción de alimentos, su relación con la calidad en el producto final terminado y la necesidad de relacionar lo que se enseña en la escuela secundaria, con lo que se aplica a la industria de la alimentación. (Velazque, et. al.; 2012)

REFERENCIAS

American Association of Cereal Chemists. (1995). *Approved Methods of the AACC*. 9 th Edition, AACC, Inc.: St. Paul Minnesota.EUA.

Pizarro, P.L.; Lopes Almeida, E.; Sammàn, N. C. y Chang, Y. K. (2013). Evaluation of whole chia (*Salviahispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. *LWT Food Science and Technology*. Vol. 54, pp. 73-79.

Velazque, M. S., Martínez, H. J., Giudici, V. y Malleret, A. (2017). "Estudio de parámetros de textura en bizcochuelos aptos para celíacos enriquecidos con harina de chía y harina de quínoa". Trabajo seleccionado para presentación oral en la XL Reunión del Capítulo Argentino de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (CASLAN) y el VII Congreso de Alimentos Siglo XXI. Publicado en la *Revista Digital FABICIB*, Vol. 21, p.190.

Velazque, M. S.; Martínez, M. M.; Martínez, H. J.; Malleret, A. D.; Cives, H. R. (2012). "Rescate y resignificación de la práctica experimental desde la universidad hacia la escuela secundaria". Trabajo completo presentado en el *VII Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria*. Realizado en la ciudad de Oporto, Portugal, desde el 19 al 29 de junio de 2012.



La reflexión sobre la enseñanza de y con representaciones gráficas en la formación de docentes de ciencias naturales

César Nahuel Moya¹, Ignacio Julio Idoyaga¹

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, Junín 954, CABA.

E-mail: nmoya@ffyb.uba.ar

Resumen

Se presenta una experiencia llevada a cabo en el marco de un programa de formación docente continua, dirigida a profesores de ciencias naturales de nivel medio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Esta se fundamenta en la necesidad de brindar herramientas para la revisión y la reflexión de las prácticas de enseñanza que involucran distintos tipos de representaciones gráficas. Se valora esta propuesta como una primera aproximación para trabajar estas cuestiones con los profesores y como insumo para discutir y proponer otras secuencias similares.

Palabras clave: Representaciones gráficas, Reflexión sobre la práctica, Didáctica de las ciencias naturales, Enseñanza, Formación docente continua.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica destinada a profesores de ciencias naturales de nivel medio que se desarrolló en el marco de un programa de formación docente continua del Ministerio de Educación e Innovación Productiva de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El propósito general fue brindar herramientas a los participantes para que revisaran sus prácticas de enseñanza cuando enseñan sobre y a partir de representaciones gráficas.

La necesidad de ofrecer este espacio de análisis y reflexión surge de algunos resultados de la investigación en didáctica de las ciencias naturales. En primer lugar, en los diferentes materiales didácticos utilizados en las clases de ciencias se pone el énfasis en las funciones pragmáticas de las representaciones gráficas en detrimento de la presentación de sus características representacionales y de sus potencialidades como herramientas para aprender (López-Manjón y Postigo, 2016). En segundo lugar, si bien la mayoría de los profesores considera que estas representaciones son elementos importantes en la disciplina, se sostiene, en muchos casos, la idea de que su aprendizaje es sencillo de alcanzar (Perales Palacios y Vélchez González, 2015). Por último, se ha evidenciado que los estudiantes presentan problemas a la hora de procesar la información de gráficos cartesianos en el nivel *conceptual* que este tipo de procesamiento depende fuertemente del contenido representado (Idoyaga y Lorenzo, 2018).

Los objetivos generales del curso fueron: que los profesores revisaran sus conceptualizaciones sobre las representaciones gráficas; que analizaran las dificultades que se les suelen presentar a los alumnos a la hora de procesar la información de estas representaciones; y que evaluaran críticamente las representaciones presentes en distintos materiales didácticos, analizando las

consignas e identificando el tipo de actividad cognitiva ligada a la semiosis y el nivel de procesamiento que promueven

II. DESARROLLO

A continuación se describen brevemente las actividades realizadas en cada clase.

Clase 1: “Las representaciones gráficas. Definiciones y características generales”.

En el primer encuentro se introdujeron algunos aportes teóricos y se revisaron algunas ideas comunes sobre las representaciones gráficas que suelen condicionar los usos y los valores que se les atribuyen en la educación científica. Para esto, se presentó a los participantes distintos tipos de representaciones gráficas, extraídas de libros de texto de nivel medio, y se les pidió que resolvieran las siguientes consignas: *¿Qué representan? ¿Cuál es la relación con su referente? ¿Qué necesitan saber los estudiantes para poder comprenderlas y utilizarlas? ¿Hay alguna representación que consideren más compleja para su comprensión que otras? ¿Cuál y por qué?*

Clase 2: “Los diferentes tipos de representaciones en la educación en ciencias naturales”.

En el segundo encuentro, se pidió a los cursantes que eligieran alguna representación gráfica utilizada en sus clases y que analizaran sus características representacionales principales: *referente, sistemas de signos utilizados, reglas de representación, relación entre signos y referente, componentes visuales y textuales, tipos de tareas cognitivas que involucran y dificultades para la comprensión de los estudiantes.*

Clase 3: “Usos, valores y funciones de las representaciones gráficas en materiales didácticos”.

En el tercer encuentro se revisó el rol que los profesores otorgan a las representaciones gráficas en las clases de ciencias. Para ello, cada participante trabajó con la representación elegida la clase anterior y se planteó la discusión en torno a las siguientes preguntas: *¿Qué importancia tiene dentro de su asignatura? ¿Podría ser reemplazada por alguna otra? ¿En qué situaciones de clase la utilizan: teóricos, trabajos prácticos, evaluaciones, otras? ¿De qué forma y con qué objetivos? ¿Qué tipo de tareas realizan los estudiantes con esta representación?*

Clase 4: “El uso de las representaciones gráficas en el aula”.

En el cuarto encuentro se abordó la enseñanza del profesor sobre y con representaciones gráficas a partir del análisis de distintas actividades, guiado por las siguientes preguntas: *¿Con qué propósito de enseñanza podría utilizarse? ¿En qué momento dentro de una unidad didáctica? ¿Qué contenidos (en sentido amplio) se trabajan? ¿Cómo se presenta la actividad a los estudiantes? ¿Qué usos didácticos presenta la representación incluida? ¿Cuál es la relación entre el referente y el sistema de signos? ¿Qué tareas deben realizar los estudiantes y qué conocimientos sobre la representación y sobre el contenido representado deben poner en juego para poder resolverla?*

Clase 5: “Las representaciones gráficas en el aprendizaje de las ciencias naturales”.

En el quinto encuentro se colocó a los participantes en el rol de estudiantes y se les pidió que resolvieran unas actividades que implicaban el uso de representaciones gráficas. Posteriormente, se les pidió que reflexionaran sobre la tarea realizada a partir de las siguientes preguntas guía: *¿Qué estrategias tuvieron que poner en juego para poder resolver cada actividad? ¿Qué necesitaban “saber” sobre el modelo teórico representado para contestar a cada una de las preguntas? ¿Y sobre la representación gráfica? ¿Qué tipo de relaciones entre los modelos y las representaciones tuvieron que establecer para contestar a cada una de las preguntas en cada caso?*

Clases 6 y 7: Trabajo final y meta-reflexión.

En el sexto encuentro, a modo de trabajo final, se pidió a los participantes que presentaran una breve actividad de enseñanza sobre y con representaciones gráficas que tuviera en cuenta las cuestiones discutidas durante el curso y que permitiera superar alguna de las dificultades descritas en la bibliografía. En el séptimo encuentro, a modo de cierre, se pidió una reflexión personal metacognitiva sobre el recorrido y los aprendizajes construidos a lo largo del curso.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Debido a las dificultades, reportadas en la bibliografía mencionada, que aparecen cuando profesores y estudiantes recurren a las representaciones gráficas para construir significados compartidos en el aula, se torna necesario abordar estas cuestiones en la formación docente de distintos niveles educativos. De lo contrario, se podría influir negativamente en la posibilidad de los estudiantes para entender las funciones epistémicas de estas representaciones (Pozo, 2017), es decir, considerarlas como parte indisociable del conocimiento científico. En este sentido, la experiencia aquí presentada resultó potente para trabajar a partir de las conceptualizaciones de los profesores, de modo que pudieran explicitarlas y revisarlas, ya que se recurrió a representaciones gráficas elegidas por los propios participantes. Específicamente, se buscó revisar y poner en duda los supuestos de autoevidencia y transparencia de las representaciones. Además, se convocó a que los profesores, a partir del análisis y la reflexión, propusieran una actividad de clase para trabajar con sus estudiantes. No obstante, sería necesario enriquecer esta secuencia en futuros cursos con otras actividades, de modo de poder trabajar aspectos relacionados con la influencia del contenido representado en el procesamiento de la información a nivel conceptual.

En suma, si bien esta propuesta constituye un primer intento para trabajar estas temáticas y se encuentra en continua revisión, puede constituirse en una buena base para discutir y proponer otras secuencias similares destinadas a distintos espacios de formación docente, tanto inicial como continua.

REFERENCIAS

- Idoyaga, I., y Lorenzo, G. (2018). Avances en el entendimiento del rol de los gráficos en la enseñanza y el aprendizaje de la física en la universidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol.30, pp. 119-126.
- López-Manjón, A., y Postigo, Y. (2016) ¿Qué libro de texto elegir? La competencia visual en las actividades con imágenes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 13 N°1, pp. 84-101.
- Perales Palacios, F. J., y Vílchez González, J. M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 33 N° 1, pp. 243-262.
- Pozo, J. I. (2017). Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, Vol. 40, N°2, pp. 219-276.



Enseñanza del concepto de densidad a partir de un modelo de representación gráfica

Rita Carolina Korman¹, Lucrecia Noelia Caballero²

¹ Escuela Secundaria N° 3 "José M. Sobral". Villa Mantero, Entre Ríos.

E-mail: carolinakorman@gmail.com

² Escuela Secundaria N° 7 "Gdor. Gral. R. López Jordán" Isthilart y Rep. del Paraguay,

CP 3200, Concordia, Entre Ríos

Resumen

Una problemática frecuente en nuestras aulas, es que los profesores explicamos o enseñamos ciertos conceptos que son abstractos, donde la información es simplemente almacenada por el estudiante como una nómina de datos, sin interpretarlos. El presente trabajo tiene como objetivo proponer la enseñanza del concepto de densidad a cuatro grupos de distintas escuelas y localidades de la Provincia de Entre Ríos. Esta propuesta se llevó a cabo en cada aula respectivamente, a través de un Modelo Analógico de Cuadros y Puntos, a fin de valorar las interpretaciones y conceptualizaciones que expresan los estudiantes, y que se distancian de la idea comúnmente aceptada sobre densidad.

Palabras clave: Densidad; Masa; Volumen; Modelo Analógico.

I. INTRODUCCIÓN

La finalidad de narrar esta experiencia, es dar a conocer un método factible con buenos resultados a través de la implementación de esta estrategia metodológica en la enseñanza del concepto de densidad. Creemos que los estudiantes aprenden con el ejemplo, y la enseñanza de conceptos de ciencias, en este sentido, la interpretación del concepto de densidad se puede incentivar, realizando actividades divertidas en el aula.

Nuestro objetivo es favorecer la comprensión y el proceso de construcción de un concepto abstracto como es, densidad, mediante estrategias didácticas. Por lo tanto, proponemos usar el modelo analógico de cuadros y puntos que complementen la práctica tradicional.

En la búsqueda de estrategias didácticas, hallamos la investigación "Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico" (Raviolo y otros, 2005). El modelo utilizado, se basa en el Modelo de Cuadros y Puntos (MCP). En el mismo, se hace uso de unidades de medida no convencionales, como por ejemplo: unidades de volumen (u.v.) y unidades de masa (u.m.), para arribar al concepto de densidad. Optamos por implementarlo en nuestras aulas, teniendo en cuenta las dificultades de comprensión por parte del alumnado, en cuanto al estudio de la densidad como propiedad física intensiva de la materia, sus determinaciones directas e indirectas y sus modos de expresión en el SIMELA: la masa y el volumen.

En la experiencia desarrollada por docentes en el nivel medio, se visualiza el trabajo en conjunto con la finalidad de desarrollar distintas formas de abordar el concepto de Densidad (masa y volumen). Han señalado sus propios modelos para abordar la temática y socializaron la exposición de casos

particulares, concluyendo que la problemática se centra en los ejemplos que se proponen y que para cada caso tuvo un contexto diferente. Por eso surge la necesidad de un modelo que sea colaborativo en la construcción del concepto a partir de gráficos y ejemplos concretos de mediciones.

Pusimos en práctica el modelo MCP, en cuatro cursos diferentes, a través de una representación gráfica del concepto de densidad, mediante figuras geométricas (cuadrados y círculos) plasmadas en papeles de diferentes colores. Las escuelas y cursos donde se trabajó fueron las siguientes:

- Escuela “Gdor. Gral. R. López Jordán” N° 7 de la ciudad de Concordia, provincia de Entre Ríos. Escuela de bajo recursos y de contexto social vulnerable. 2do año, “A” del C.B. cuya matrícula es de 22 estudiantes de 13 y 14 años.
- Escuela estatal “J. M. Sobral” N° 3 de la localidad de Villa Mantero, departamento Uruguay, Entre Ríos. 2do año “A” y “B” del C.B., con una matrícula de 15 estudiantes cada curso, de 13 a 15 años. Es la única escuela secundaria en la localidad. Los recursos sociales y económicos son escasos y su contexto es de acentuada vulnerabilidad.
- Escuela N° 6 “Fraternidad” Anexo- ESJA, de la localidad de Pronunciamento, departamento Uruguay, Entre ríos. 2do año “A”, con una matrículas de 11 estudiantes, con un rango de edad variada entre 20 - 30 - 40 años.

II. DESARROLLO

Una vez desarrollado el concepto: “propiedades intensivas y extensivas de la materia”, decidimos implementar el MCP como actividad práctica. Para este modelo, cada cuadro representa una unidad de volumen (u.v.) y cada círculo (punto) representa una unidad de masa (u.m.). Se eligió este recurso didáctico a fin de enriquecer y complementar el trabajo en el aula. Contribuye con una buena representación del fenómeno estudiado, dado que resalta atributos que se consideran conceptualmente importantes como la extensividad de la masa y del volumen y la intensidad de la densidad (Raviolo y otros., 2005). Si bien, el concepto de densidad se presenta como la relación entre masa y volumen condicionada a propiedades como la temperatura, que facilita la identificación de cada sustancia (Quicero, 2010), nos percatamos que los estudiantes no llegaban a comprender el concepto, como una propiedad específica de cada sustancia. Para entender la densidad hay que entender la causalidad relacional: ni la masa ni el volumen por separado bastan para definir la densidad, sino que es necesario obtener la proporción, cantidad de masa por unidad de volumen.

Se organizaron grupos de alumnos en los diferentes cursos y se les entregó varios cuadros y círculos de papel afiche. Se planteó el siguiente ejemplo: una sustancia está formada por dos cuadros (que representan 2 u.v.) y por cada cuadro corresponden cuatro círculos (4 u.m.). Concluimos que posee 8 u.m. en 2 u.v., por lo tanto, la densidad (1), viene dada por la cantidad de círculos por cada cuadro. Para esta sustancia, la densidad es 4 u.m./u.v.

$$\delta = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}(1)$$

Primer propuesta planteada (figura 1). Un cuerpo posee las siguientes características: consta de 36 u.m. y 6 u.v. Utilizando el material didáctico, representar dicho cuerpo e indicar cuál es su densidad. Todos llegaron al mismo resultado, densidad: 6 u.m./u.v.

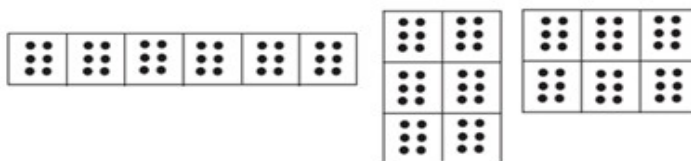


FIGURA 1. Producciones similares a las realizadas por los estudiantes, representando el ejemplo mencionado.



FIGURA 2. Alumnos de diferentes escuelas representando la densidad de un cuerpo, a través del MCP.

Como se observa en la figura 2, las producciones fueron variadas en cuanto a la representación de los cuerpos de las diferentes consignas. A medida que fueron representando los cuerpos, lograron reconocer y establecer la dependencia entre la masa y el volumen de una sustancia. El material didáctico proveyó herramientas para que los alumnos cuenten con opciones para acceder al conocimiento desde distintos puntos de partida. Entendemos el aprendizaje como un proceso que requiere de diversos momentos de interacción del alumno con los contenidos, esto implica una forma de organizar la enseñanza y supone coordinar la clase, teniendo en cuenta la dificultad del contenido, las experiencias e ideas previas de los estudiantes, y el objetivo que se quiere alcanzar.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

El uso del MCP resultó ser un recurso didáctico útil y claro, para establecer la diferencia entre masa y volumen y, a su vez, para distinguirlas del concepto de densidad. Este modelo de representación gráfica fue utilizado sin inconvenientes y de manera autónoma, por los distintos grupos de estudiantes. Los alumnos demostraron mayor solvencia e interpretación en cuanto a la resolución de problemas con utilización de la fórmula (1). Creemos que para que los estudiantes enriquezcan su idea sobre el concepto de densidad, se deberían promover actividades que fomenten la experimentación y modelización.

REFERENCIAS

Quicero, H. (2010). Una revisión del concepto de densidad: la implicación de los conceptos estructurantes en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista de Educación y Pensamiento*, Vol.17, PP. 23-32.

Raviolo, A., Moscato, M. y Schnersch, A. (2005). Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 18, N° 2, pp. 93-103



Modelización matemática en el laboratorio de física: una experiencia del movimiento de un cuerpo

Ignacio Lucas Romero¹, Emilse N. López Álvarez¹, Silvia Inés Navarro²

¹Instituto Privado "Enrique G. Hood", Rojas N°230, San Fernando del Valle, Catamarca

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Avda. Belgrano 300, San Fernando del Valle, Catamarca

E-mail: silvina.facen@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene por finalidad describir una propuesta didáctica alternativa aplicada en el laboratorio, que busca facilitar el aprendizaje significativo en el estudio del movimiento de un cuerpo en un medio viscoso. El objetivo es lograr que el alumno tenga una perspectiva más general de la Física, adquiriendo una visión de la ciencia natural basada en la observación, en la experimentación y con la matemática como herramienta y lenguaje. Para ello se usó un modelo matemático y se comparó los resultados con los obtenidos experimentalmente. Este modelo verifica que la caída real de una partícula en un medio con resistencia no posee solo las características de un movimiento rectilíneo uniformemente variado, sino que luego de un tiempo, se evidencian las características de un movimiento rectilíneo uniforme. De esta manera se verifican los movimientos presentes en la caída de un cuerpo en un medio viscoso utilizando un software libre para obtener el análisis y recolección de datos, permitiendo visualizar dichos movimientos y determinar experimentalmente la viscosidad de un fluido para su posterior comparación con valores tabulados.

Palabras clave: Modelización matemática; Movimiento rectilíneo uniforme; Movimiento rectilíneo uniformemente variado; Viscosidad; Simulación.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en didáctica de las ciencias, se trabaja ampliamente para clarificar y explicitar las ideas previas con las que los alumnos se enfrentan a situaciones de aprendizaje (Kleir, 2012). Tal es el caso, del abordaje de los contenidos conceptuales de la currícula de física relacionado con la descripción analítica de los tipos de MRU y MRUV que son aplicados al concepto de viscosidad, siendo objeto de indagación y debate. Estas investigaciones, sirven para esclarecer las ideas que los alumnos poseen sobre el tema llevándolo a interpretar como se utiliza en la vida cotidiana; optimizando el proceso de enseñanza-aprendizaje con la ampliación y profundización de la indagación didáctica vinculada a la viscosidad, entonces: *¿cómo se podría enseñar éste tema?* Nuestro propósito, intenta evidenciar que ante una posible falta de reflexión, la actividad se traduzca en una homologación del concepto de movimiento aplicado a la viscosidad para una determinada sustancia, sin tener en cuenta sus causas. Desde nuestro punto de vista, para salvar los posibles errores conceptuales en el aprendizaje de los alumnos, se debe profundizar la actividad en el laboratorio, llevando a confrontar los datos experimentales en forma conjunta con el uso de software libre, permitiendo utilizar la modelización matemática cuyos resultados se cotejan con los valores reales. Por tanto: *¿es posible apreciar los tipos de movimiento, presentes, mediante el análisis de la experiencia de un cuerpo desplazándose en un medio líquido con cierta viscosidad?* El hecho de que los alumnos tengan ideas previas, hace que el laboratorio sea una herramienta didáctica, donde podemos despejar dudas y facilitar el aprendizaje significativo.

“Muchas veces, el alumno tiene conocimientos previos adecuados pero no nota la relacionalidad y la discriminabilidad entre esos conocimientos y los nuevos que están siendo presentados en las clases y en los materiales educativos. En este caso es imprescindible que se usen recursos instruccionales que demuestren esa relacionalidad y discriminabilidad, o sea, como los nuevos conocimientos se relacionan con los anteriores y como se distinguen de ellos” (SalzanoMasini y Moreira, 2017, p.42).

Para dar respuesta a la pregunta planteada y lograr integración, se trabajó con una muestra conformada por treinta alumnos que cursan el cuarto año-Nivel Secundario del Instituto Privado “Enrique G. Hood”, sito en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, correspondiente a la asignatura Física Clásica. Allí se desarrolló los contenidos que abordan las características de los movimientos MRU y MRUV cuya aplicación permitió estudiar y analizar el concepto de viscosidad desde la perspectiva de la modelización como estrategia de enseñanza. El tiempo para la implementación de la propuesta fue de cuatro módulos de clase de ochenta minutos cada uno. Las clases de laboratorio se organizaron en grupos de trabajo de cinco alumnos, buscando mejorar las habilidades interpersonales y de comunicación. La evaluación se realizó a partir del informe de laboratorio, siendo las capacidades 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.

II.PROPUUESTA METODOLOGICA

Se trabajó con una metodología cuali-cuantitativa, la cual permitió confrontar los valores obtenidos utilizando el modelo matemático propuesto por Stokes, cuando un cuerpo se mueve dentro de un líquido viscoso en reposo, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es su peso (w), la gravedad (g), la resistencia del fluido viscoso (F_{st}) y el empuje (E), el cual adquiere una velocidad constante $v = v_{lim}$ llamada *velocidad límite*. Posteriormente se realizaron las simulaciones obtenidas para dicho modelo usando el software libre ModellusX (examina modelos de forma interactiva). El objetivo de la experiencia fue comprobar los movimientos MRU y MRUV en la caída de una esfera en fluidos viscosos y encontrar el valor de viscosidad de los mismos a partir del registro de valores experimentales y de valores simulados de las variables que intervienen. El dispositivo experimental consta de una esfera de acero de 6,35mm de diámetro (munición del eje de rueda de bicicleta), probeta graduada de 250ml, soporte universal, pinza para soporte universal, punta imantada, cono plástico para guiar la esfera por el centro del tubo, nivel, glicerina, agua, trípode de soporte para lente filmadora, instrumentos de medidas (calibre digital, regla, multímetro, balanza digital y lente filmadora) y software libre Kinovea 0.8.26 (análisis de videos e imágenes). Para demostrar experimentalmente el MRU y MRUV, y encontrar los valores de viscosidad de la glicerina y del agua, se realizan las siguientes actividades: **1)** Se determina la masa equivalente de 50 ml de cada uno de los fluidos en una balanza digital para calcular su densidad. **2)** En una probeta de vidrio de 250ml se agrega el fluido (cuya viscosidad se desea medir), se registra la temperatura del fluido y del ambiente con el multímetro digital antes y después de la experiencia. **3)** Utilizando la escala graduada en la probeta, se divide en zonas de 2,2cm sumando una totalidad de 11 tramos. Estas zonas son acumulativas hacia abajo, donde se representa los tramos al cual se realiza la medición considerando $y = 0cm$ que no está justo al comenzar el fluido sino a una distancia por debajo del nivel de referencia, además $y = 24,2cm$ no se encuentra al nivel final del tubo sino a una pequeña distancia por arriba del mismo. Estas dos referencias se dispusieron de esta forma para tener una mejor visión de la esfera (figura 1a). **4)** Se dispone de una esfera de acero (munición del eje de rueda de bicicleta), se mide su diámetro para calcular el radio, cuya relación entre el diámetro de la esfera y el diámetro del tubo de vidrio es de 0,2. Se mide la masa de la esfera para determinar su densidad. **5)** Se verifica que la mesa de apoyo de la probeta está nivelada y se dispone del soporte diseñado (punta imantada adosada a un cono plástico) para evitar que la esfera ingrese con velocidad alta. De esta manera, posicionar a la esfera en el centro de la probeta y así provocar la mínima interacción posible con las paredes del tubo (figura 1b). **6)** Se deja caer la esfera por el centro de la probeta y con la utilización de una cámara filmadora de celular con resolución 13 Mpx UHD montada sobre un trípode provisto de un pivote para su correcta nivelación, se filma la experiencia para registrar datos. **7)** El video se descarga a un ordenador para posterior edición con el programa Kinovea 0.8.26. Dicha aplicación toma datos de posición y tiempo, y con ellos se obtienen los gráficos de posición, velocidad y

aceleración(figura1c). Dada la separación entre el plano del movimiento de la esfera y el plano de la escala, se produjo una desviación de la lectura por paralaje que fue tenida en cuenta y corregida.⁸⁾ Al determinar el tramo con MRU y tomando el valor de su velocidad límite se determina el valor de viscosidad, siendo comparado con valores tabulados. Los resultados obtenidos de la experiencia con glicerina concuerdan con la modelización matemática realizada, exhibiendo los movimientos MRUV y MRU presentes en una caída con resistencia. Mientras que con agua, si bien concuerdan con la modelización matemática, solo permiten ver el MRUV. Por tal motivo, se realizó un estudio del estado estacionario de la esfera (MRU) que demostró que es necesario un tiempo de aproximadamente 1 min y un tubo con más de $6,6\text{ km}$ longitud para poder observar la velocidad límite y el MRU, haciendo de esta experiencia nada practica para realizarla. Con estos valores y comparando los coeficientes de viscosidad del agua ($\eta=0,01\text{ poise}$) y del aire ($\eta=0,00018\text{ poise}$) se demostró que para la caída de un cuerpo en el aire se necesitaría de una altura de más de $6,6\text{ km}$ para poder observar el estado estacionario de la partícula, lo que conduce a entender por qué, por lo general se trabaja en los problemas de física con una aceleración de la gravedad constante. (Maiztegui y Gleiser, 2000; Mautino,1994; Serway y Jewett, 2008; Juárez y Navarro, 2005).

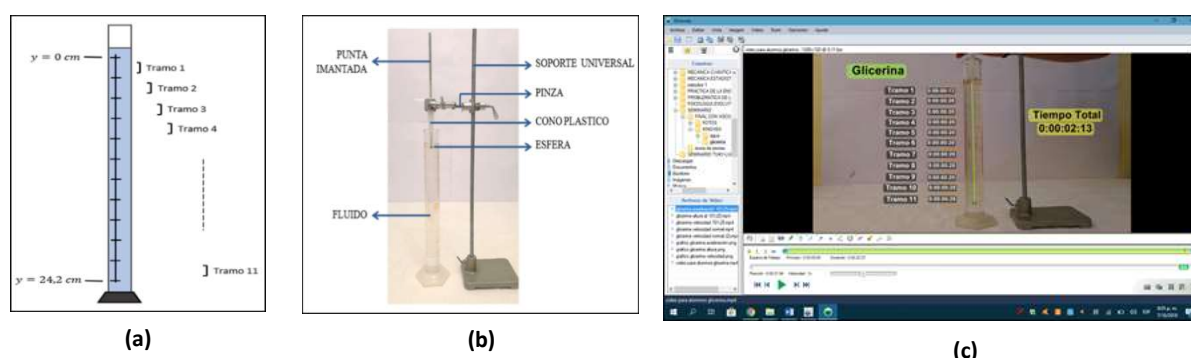


FIGURA 1: (a) Esquema representativo de los tramos a medir, (b) Soporte para el lanzamiento de la esfera; (c) Video analizado con software libre Kinovea 0.8.26.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Esta experiencia permitió el análisis conceptual del movimiento utilizando la viscosidad como propiedad de un fluido, cuya modelización matemática logró integrar el estudio de los movimientos MRUV y MRU presentes en la caída de los cuerpos con resistencia (Anexo 1). Además, viabilizó a los alumnos a reconocer en las actividades de laboratorio un ámbito propio donde plantear propuestas, predecir resultados y contrastarlos con los experimentales, favoreciendo la apropiación consciente y asimilación de los conceptos requeridos. El uso de software libre fue de gran utilidad para realizar el seguimiento automático de las trayectorias y registro de los valores de posición, velocidad, aceleración y tiempo, y poder exportar los correspondientes gráficos y videos del movimiento estudiado. Se resalta que este proceso posibilita trabajar de manera diferente a lo habitual, y lo más importante, revivir el proceso de descubrimiento del conocimiento matemático y conocer su utilidad.

REFERENCIAS

- Juárez G. y Navarro S. (2005) *Ecuaciones en diferencia con Aplicaciones a los Modelos en Sistemas Dinámicos*. Catamarca: Editorial Sarquís.
- Kleir G. (2012) *Didáctica de la Física*. www.anep.edu.uy/ipa-fisica/document/material/cuarto/2008/
- Maiztegui A.P. y Gleiser R.J. (2000) *Mediciones de laboratorio*. (pag.41-58). Argentina - Córdoba: Talleres Gráficos de José Solsona
- Mautino J. M (1994) *Física 4 aula-taller* (1ra Edición) República Argentina: editorial Stella

SalzanoMasini E.F. y Moreira M.A. (2017) *Aprendizaje Significativo en la Escuela*. Curitiba-Brasil: Editora CRV.

Serway R y Jewett J. (2008) *Física para ciencias e ingeniería*. Volumen 1 (7ma. Edición). México D.F: Editorial CengageLearning.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000400012
(Corrección de la posición de la esfera por paralaje). Visitado (08/09/2018).

<https://www.kinovea.org/>(Página de descarga y características del software Kinovea). Visitado (06/10/2018)

ANEXO 1

TRABAJO PRACTICO: MRUV Y MRU EN FLUIDOS VISCOSOS

Integrantes del gupo:.....

Fecha:.....

Cuando se estudia la caída libre de un cuerpo se manifiesta una aceleración constante, llamada *aceleración de la gravedad*, con valor de $9,8 \text{ m/s}^2$ en el sistema SIMELA y 980 cm/s^2 en el sistema CGS, resultando ser un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

✓ ¿Esto sucede en todos los casos de caída de un cuerpo?

Por ejemplo ¿un paracaidista cae con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$? Entonces, ¿qué sucede cuando se deja caer una esfera dentro de un líquido?

La respuesta es no. Estos cuerpos están inmersos en medios viscosos que oponen una resistencia al movimiento.

Actividad

- (1) Observe el video presentado por el docente y esquematice la experiencia.
- (2) Registre los tiempos y posiciones recorridos por cada tramo. Tenga en cuenta que la distancia entre cada tramo es de 2,2 cm.
- (3) Calcule la velocidad de la esfera en cada tramo.
- (4) Calcule la aceleración de la esfera en cada tramo.
- (5) Realice los correspondientes gráficos de $x = x(t)$, $v = v(t)$ y $a = a(t)$.
- (6) Responda:
 - a. Según sus resultados, ¿cómo es la caída de la esfera en el líquido presentado? ¿Qué movimientos se hacen presentes? Explique lo que observa.
 - b. ¿La velocidad de la esfera es constante? Explique lo que observa.
 - c. ¿Se produce un MRUV? ¿En qué tramos?
 - d. ¿En algún momento de la caída de la esfera se observa una aceleración de 980 cm/s^2 ? ¿Por qué?

La velocidad constante presente en los tramos que poseen MRU en la caída de una esfera en un líquido viscoso es llamada *velocidad límite*. Es posible calcular el valor de viscosidad de un fluido al conocer esta velocidad límite con la siguiente expresión matemática:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{gr^2}{v_{lim}} (\delta_{esf} - \delta_{liq})$$

Sabiendo que:

▪ $v_{lim} = \dots\dots\dots$	▪ Densidad del líquido: $\delta_{liq} = 1,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
▪ Radio de la esfera : $r = 0,318 \text{ cm}$	▪ Aceleración de la gravedad: $g = 980 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$

▪ Densidad de la esfera: $\delta_{esf} = 7,8 \frac{g}{cm^3}$

▪ Temperatura del fluido: $T = 24^\circ C$

Con los datos brindados y el valor encontrado para la velocidad límite (constante) calcule el coeficiente de viscosidad del fluido, e indique, teniendo en cuenta los valores de la tabla 1, con que liquido se realizó el trabajo.

FLUIDO	TEMPERATURA (C)	VISCOSIDAD (poise)
Aceite para motores	0	1,1
Aceite para motores	20	0,3
Sangre	37	0,04
Agua	20	0,01
Agua	90	0,0032
Gasolina	20	0,0029
Aire	20	0,00018
CO ₂	20	0,00015

TABLA 1: Valores de viscosidad [Resnick-Holliday-Krane *Física*. México: Grupo Ed.I Patria, Vol. 1, p. 361]

Como resultado de la experiencia en el proceso de modelización desarrollado, estimuló a los alumnos a plantear las siguientes inferencias que les resultaron interesantes:

- ¿Entonces estos movimientos se los ve en muchas situaciones diarias?
- ¿Pasa lo mismo, si me tiro de bomba a la pileta?
- ¿Con la experiencia se puede encontrar la viscosidad del shampoo, alcohol u otras sustancias?
- ¿El aire es un medio viscoso? ¿Por eso el ejemplo del paracaidista?
- ¿Esta experiencia muestra lo mismo que con los autitos vistos en YouTube?
- ¿Se encuentra fácil el programa Kinovea en internet? ¿es gratis?, ¿se puede analizar varios movimientos?



Propuesta didáctica para incorporar modelado de movimientos con celular

Myriam Villegas^{1,3}, Mario Rodríguez^{1,3} y Julio Benegas^{2,3}

¹Instituto de Física Aplicada San Luis, CONICET, Ejército de los Andes 950, San Luis

²Instituto de Matemática Aplicada San Luis, CONICET, Avenida Italia 1627, San Luis.

³Departamento de Física, Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, San Luis

E-mail: mvilleg@unsl.edu.ar

Resumen

En el marco de la cultura digital de los estudiantes y de un aprendizaje activo, proponemos usar el celular como herramienta para explicitar la modelización de movimientos a velocidad constante o aceleración en un curso introductorio de física a nivel universitario. En este trabajo presentamos una actividad para el uso de la aplicación de celular VidAnalysis (<https://vidanalysis.com/>) que permite seguir la trayectoria de movimiento de objetos constante en tiempo real. Se llevaron a cabo dos clases con el uso de esta aplicación, una como actividad de laboratorio y otra como introducción a una clase teórica. La propuesta aquí descrita nos permitió, con el uso de un instrumento que está presente en la vida cotidiana de los estudiantes y al alcance de todos, incorporar el concepto de modelización explícitamente, trabajar los cambios de representación en el estudio de movimientos así como afianzar los conceptos involucrados al proponer actividades pensadas en el marco de un aprendizaje activo en el laboratorio

Palabras clave: Modelado, Uso de celular; Aprendizaje activo

I. INTRODUCCIÓN

Siempre está latente al momento de planificar una clase, la pregunta de cómo aprovechar los nuevos objetos de alta tecnología disponibles en la mayoría de las aulas como por ejemplo los celulares. El desafío es obviamente utilizarlos para movilizar el interés del estudiante y cómo hacer de ese instrumento un aliado para el aprendizaje.

Sabemos que nuestros estudiantes están insertos en un contexto tecnológico, que ya no es algo externo y remoto sino que forma parte de su vida cotidiana. La tecnología es pensada hoy como forma cultural (Ripani, 2016) y es en este contexto que como docentes, debemos reflexionar para utilizarla y permitir que la cultura digital de nuestros estudiantes esté presente también en el aula.

Por otro lado se han demostrado, a partir de las investigaciones en enseñanza de la física, las fenomenales mejoras del aprendizaje que se logra con las metodologías de enseñanza que fomentan el aprendizaje activo, es decir aprendizajes centrados en la actividad del estudiante, poniendo

énfasis en el rol que este debe tener en el proceso de construcción de su propio conocimiento. (Benegas y otros 2013)

También las investigaciones muestran la importancia de involucrar a los estudiantes en prácticas científicas, esto es, interacciones sociales, herramientas, formas de trabajo y lenguaje que representan las formas en que el conocimiento científico se construye. Implicar a los estudiantes en el desarrollo de explicaciones y modelado en actividades de laboratorio conduce a una mayor comprensión de la naturaleza del conocimiento disciplinar. (Schwarz y otros 2009)

Los celulares según expertos en educación y TIC son herramientas que permiten al estudiante hacer, lo que facilita y otorga un rol activo al usuario, posibilitando unir la funcionalidad del dispositivo con la intencionalidad pedagógica de un aprender activo.

En este marco de cultura digital y de un aprendizaje activo, proponemos usar el celular como herramienta para explicitar la modelización de movimientos en un curso introductorio de física para estudiantes de licenciatura y profesorado en física y profesorado en matemática, a nivel universitario. La modelización, actividad fundamental de la Ciencia, *la entendemos como una representación abstracta y simplificada de un sistema de fenómenos que hacen que sus características centrales sean explícitas y visibles y se pueden utilizar para generar explicaciones y predicciones* (Harrison y Treagust, 2000, extraído de Schwarz y otros 2009). La modelización no es sencilla de adquirir por estudiantes nóveles. (Schwarz y otros 2009).

Características del curso: el curso “Introducción a la Física” es dictado en primer año de la UNSL para estudiantes de la Licenciatura y Profesorado en Física y del Profesorado en Matemática. Tiene un crédito horario de siete horas semanales durante un cuatrimestre de catorce semanas. No está pensada con actividades de laboratorio por estar diseñada como curso introductorio a la disciplina. Hasta ahora las actividades de laboratorio en la materia se centraron en actividades relacionadas con el movimiento humano y con clases demostrativas interactivas. El número de estudiantes es de alrededor de treinta.

II. DESARROLLO

La propuesta áulica se enmarca en una aproximación didáctica de aprendizaje activo donde el docente se transforma en un guía que ofrece al estudiante material desarrollado para que resuelva sus dificultades de aprendizaje.

II.1 Descripción de VidAnalysis

En este trabajo presentamos una actividad para el uso de la aplicación de celular VidAnalysis (<https://vidanalysis.com/>), una aplicación libre que se puede bajar en los celulares. VidAnalysis permite seguir la trayectoria de movimiento de objetos a velocidad constante o aceleración constante en tiempo real. VidAnalysis, a partir de la calibración inicial de la distancia, posibilita conocer la posición a lo largo del tiempo de la trayectoria del objeto bajo estudio. Se obtiene así, en forma inmediata en pantalla, las gráficas de posición vs tiempo y velocidad vs tiempo. Esta aplicación tiene la posibilidad también de introducir desde pantalla una función matemática para ajustar los datos. Se puede obtener de esta manera y en pruebas sucesivas la mejor función de modelado para el movimiento observado.

II.2 Descripción de propuesta didáctica

Se llevaron a cabo dos clases con el uso de esta aplicación, una como actividad de laboratorio y otra como introducción a una clase teórica.

Parte 1: Propuesta de Laboratorio

La estructura que se le dio a la práctica de laboratorio no fue la de un laboratorio tradicional donde se busca la confirmación de una ecuación sino que se pensó para cumplir dos objetivos:

- comprensión de las bases del conocimiento científico, esto es el rol de la determinación experimental y su complementación con la teoría en el desarrollo de la física. (AAPT 1998)
- uso de múltiples representaciones.

La propuesta fue pensada con una tarea previa individual entregada al inicio del laboratorio con preguntas relacionadas con el trabajo a realizar. Y una secuencia de trabajo en clase donde los estudiantes, en grupo, hacen predicciones, observaciones y medidas, con preguntas de interpretación e inferencias sobre lo realizado.

La secuencia de trabajo propuesta para el trabajo en aula puede resumirse en:

- a) observación y descripción en palabras del movimiento observado
- b) realización de diagrama de movimiento
- c) predicción de las gráficas de posición-tiempo
- d) realización de la filmación con obtención de la gráfica de posición-tiempo
- e) búsqueda de la función matemática de mejor ajuste a los datos obtenidos
- f) obtención de descriptores físicos del movimiento a partir de esa función matemática
- e) análisis de las predicciones iniciales a partir de los resultados del experimento
- g) resumen del modelo físico que describe el movimiento

Parte 2: Introducción al movimiento de tiro vertical

Previo a la clase teórica de movimiento vertical, se les hizo filmar el movimiento de una pelota en forma vertical obteniendo gráficas y ecuación de ajuste de la gráfica de posición vs. tiempo. Luego de repetir la secuencia de trabajo planteada en el laboratorio, se obtuvo el valor de la aceleración de la gravedad a partir del ajuste matemático y luego se dio la clase teórica del tema. Esta actividad fue realizada en conjunto con toda la clase, y permitió que el abordaje del movimiento vertical no sea un capítulo separado de los temas anteriores sino solo un ejemplo de movimiento con aceleración constante.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD Y CONCLUSIONES

A partir del análisis del trabajo realizado en las clases con el análisis de movimiento utilizando la aplicación VidAnalysis en el celular, se observó que todos los grupos de trabajo lograron una correcta descripción en palabras y gráfica del movimiento observado. Se logró obtener la función de modelado, así como interpretar los parámetros de la función matemática representativa del movimiento. No todos completaron el ítem donde se les pide explicitar el modelo físico que describe el movimiento, que en algunos casos pudo deberse a una falta de tiempo, puesto que la explicación del uso de la aplicación e instalación en el celular se hizo el mismo día de la actividad de laboratorio. Esto ocasionó un uso ineficiente del tiempo al inicio de la clase, esperamos para el próximo año hacer una actividad previa sobre el uso del celular con esta aplicación, que resuelva esta dificultad.

Posterior a la clase encontramos errores en la tarea previa individual entregada al inicio del laboratorio.

También nos proponemos agregar una tarea estudiantil individual posterior al laboratorio que nos permita indagar sobre la comprensión conceptual final así como la apropiación asociada al concepto de modelización.

Se espera el próximo año hacer un trabajo continuo a lo largo de toda la asignatura para que el modelado de movimientos sea transversal al aprendizaje de la física básica de este primer curso de primer año, de manera que la apropiación de las habilidades de modelado sea un objetivo explícito de la materia.

La incorporación de la propuesta aquí descripta nos permitió, con el uso de un instrumento de alta tecnología y que está presente en la vida cotidiana de los estudiantes y al alcance de todos, incorporar el concepto de modelización explícitamente, trabajar los cambios de representación en el estudio de movimientos con velocidad o con aceleración constantes, así como afianzar los conceptos involucrados al proponer actividades pensadas en el marco de un aprendizaje activo en el laboratorio. Ponemos a disposición de los interesados el material de aula desarrollado para esta actividad.

REFERENCIAS

AAPT (1998). American Association of Physics Teachers. Goals of the Introductory Physics Laboratory, *American Journal of Physics*, 66, 483-485

Benegas, J., Pérez de Landazabal, M.C. y Otero, J. (2013). *Aprendizaje Activo de la Física Básica universitaria*. La Coruña, España, Andavira Editora, S. L.

Ripani, M. (2016). *Competencias de educación digital*. Plan Nacional Integral de Educación Digital, Colección Marcos Pedagógicos PLANIED. Buenos Aires, Argentina, Dirección Nacional de Innovación Educativa. Ministerio de Educación de la Nación.

Schwarz, C. V., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Ache'rr, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of research in science teaching*, Vol. 46 N° 6, pp. 632–654.



Smartphone y spinner en la clase de física

Esteban Guillermo Szigety¹

¹Escuela Nacional "Dr. Arturo U. Illia", Matheu 4051, Mar del Plata, Buenos Aires.

E-mail: esteszige@gmail.com

Resumen

Una luz estroboscópica generada por una aplicación de *smartphone* permitió estudiar la rotación de un *spinner*. Esta experiencia áulica se realizó con estudiantes de 4to año de la escuela secundaria orientada y se pudo analizar la aparente detención del *spinner* cuando coincidió la frecuencia de rotación con la frecuencia de la luz estroboscópica. También se analizó el tipo de movimiento circular del *spinner* al frenarse.

Palabras clave: Enseñanza de la Física Experimental; Movimiento circular; Frecuencia; Smartphone, Luz Estroboscópica.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo sobre experiencia docente se propone mostrar una actividad experimental sobre el efecto que ocurre cuando se ilumina con luz estroboscópica un *spinner* girando. Esta actividad de laboratorio se realizó con estudiantes de nivel secundario de 4º año del Colegio Nacional "Dr. Arturo U. Illia" perteneciente a la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La luz estroboscópica tiene la característica de estar compuesta por destellos de luz, similar a los emitidos por los flashes de las cámaras fotográficas, con la diferencia de que en lugar de un destello emite una serie de destellos consecutivos a una frecuencia determinada. En física su uso se ha difundido para obtener imágenes de objetos en movimiento como se observa en distintos manuales de laboratorio (Haber-Schaimy otros, 1971; Edgerton, 1970) o para mostrar en libros de textos sucesivas posiciones de una partícula en una trayectoria (Young y Freedman, 2009). Dentro del ámbito de la enseñanza de la física también se encuentran numerosas publicaciones (Mayer y Varaksina, 2017; Birriel, 2016) donde se hace uso de esta luz con fines didácticos.

II. DESARROLLO

En esta propuesta la luz se produce por medio de un teléfono móvil o *Smartphone* con flash LED frontal y una de las tantas aplicaciones (*apps*) que permiten convertir el flash en luz estroboscópica. Para este caso se probó con varias *apps* hasta encontrar una muy práctica conocida como *Strobo RPM Hz Light Free*, fácil de descargar. Un efecto interesante producido por esta luz ocurre cuando el objeto está girando a una determinada cantidad de revoluciones por segundo y la frecuencia del estroboscopio coincide con la misma cantidad de destellos por segundo. Bajo esta condición veremos

al *spinner* detenido en la misma posición, como si no estuviera girando. Existe una cantidad discreta de frecuencias en las que se puede observar esta aparente detención. Esto se ve claramente en la Figura 1-A, donde la cámara ha podido captar el aparente reposo del *spinner* a pesar de que se encuentra girando. En cambio, si la frecuencia de los destellos no coincide exactamente con la de giro del *spinner* se ve nuevamente en movimiento como se observa en la Figura 1-B donde aparece un “fantasma” del *spinner* superpuesto, indicador de que el objeto fotografiado no está en reposo.

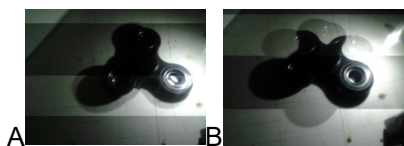


FIGURA 1. Fotografías de un *spinner* en rotación iluminado por la luz estroboscópica

Se probó lanzar el dispositivo con la mayor velocidad angular posible, pero solo se logra una frecuencia inicial de rotación de entre 13 Hz y 15 Hz. Partiendo de que ningún estudiante podrá superar esta frecuencia, se propone dejar la frecuencia del estroboscopio en un valor fijo de 13 Hz, darle un impulso al *spinner* y observar la rotación hasta detenerse. Sorprendentemente se encuentran tres situaciones de aparente reposo. ¿A qué se debe esto? Si nuestro juguete está en un movimiento de disminución de su velocidad angular, por qué razón hay tres instantes donde coinciden las frecuencias. La explicación de este hecho tiene que ver con la simetría de nuestro objeto cuyas puntas se encuentran separadas 120° y por lo tanto hay tres situaciones a destacar.

Situación I: Cada vez que la luz se apaga el *spinner* realiza una giro de 360° . Usted verá al *spinner* detenido y puede confirmar que las frecuencias son iguales: $f_{estro} = f_{spinner}$

Situación II: Si en el tiempo transcurrido entre cada destello consecutivo el *spinner* rota 240° entonces el extremo A pasaría a ubicarse donde se encontraba el B y así sucesivamente con el resto de los extremos (ver figura 2). Cumpliéndose la siguiente relación: $\frac{2}{3} \cdot f_{estro} = f_{spinner}$.

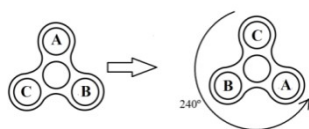


FIGURA 2. Si un *spinner* rota 240° , por su simetría, parecerá que no se ha movido.

Situación III: En la figura 3 se observa al *spinner* que ha rotado 120° en sentido antihorario durante el tiempo que hay entre uno y otro destello. Claro está que el extremo B pasó a ocupar el lugar del extremo A, y el C ocupa el lugar del B y el A el lugar del C. en este caso se da la siguiente relación:

$$\frac{1}{3} f_{estro} = f_{spinner}$$

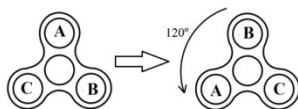


FIGURA 3. Al rotar 120° no parece haber cambio alguno excepto por el cambio de las letras.

Existe una forma de diferenciar claramente las tres situaciones. Consiste en pegar una tira de cinta adhesiva de papel en cada extremo del *spinner*. Con una fibra o marcador se realiza una sucesión de tres dibujos tales que si se presenta uno a continuación del otro produzcan el efecto visual de movimiento cinematográfico. Algo muy parecido a lo que se hace comúnmente cuando se dibuja en los bordes de un cuaderno un hombrecillo caminado en sus distintos momentos correlativos. Cuando las hojas del cuaderno se pasan rápidamente se produce un aparente movimiento. En esta ocasión los estudiantes realizaron una animación sencilla de tres cuadros como lo muestra la figura 4, donde se dibujó una serie de palotes rotados tres ángulos distintos (A-B-C figura 4).

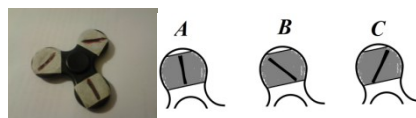


FIGURA 4. Palotes dibujados con distintos ángulos en los extremos del *spinner*.

Cuando se alcance la situación I el *spinner* estará aparentemente en reposo y se distinguirán claramente los palotes estáticos. Cuando se alcance la situación II el *spinner* volverá por un instante al aparente reposo pero los palotes se superpondrán en su retina, generando la sensación de que se encuentran rotando. La situación III es igual a la II pero los palotes parecerán rotar en sentido contrario debido a que el orden de aparición cambia. Por medio de estas simples marcas podemos diferenciar tres instantes en que la frecuencia de rotación coincide en múltiplos de $1/3$ de la frecuencia de la luz estroboscópica.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

El *spinner* en aula de física como dispositivo cotidiano que permite el estudio de fenómenos físicos se ha comenzado a difundir ampliamente como lo muestran numerosas publicaciones recientes (de Jesus y Sasaki, 2018; Lindén, 2018). En este caso se propuso a los estudiantes formar grupos (entre cinco y siete integrantes) y participar activamente en la toma de medidas y control de variables para lograr observar las distintas situaciones (I, II y III) así como analizar el tipo de movimiento circular que hace el *spinner* al frenarse. El docente a cargo en esta oportunidad introdujo preguntas para generar un espacio de discusión alrededor del experimento y confirmar la comprensión conceptual del tema: ¿qué ocurre si el *spinner* tuviera cinco o seis puntas?; ¿en que se modifica la experiencia si incrementamos la frecuencia de parpadeo?; ¿podemos usar el *spinner* para detectar iluminaciones estroboscópicas? A partir de la discusión generada y las respuestas que cada grupo entregó, se pudo confirmar que las relaciones de proporcionalidad que existen entre las distintas frecuencias de coincidencia no resulta un problema conceptual para los estudiantes.

REFERENCIAS

- Birriel, J. (2016). Period and pulse duration with “strobe” lights. *The Physics Teacher*, Vol. 54 N°1, pp. 54-55.
- de Jesus, V. L. B., y Sasaki, D. G. G. (2018). A Simple Experiment to Determine the Moments of Inertia of the Fidget Spinner by Video Analysis. *The Physics Teacher*, Vol. 56 N°9, pp. 639-642.
- Edgerton, H. E. (1970). *Electronic flash, strobe*. New York: McGraw-Hill.
- Haber-Schaim, U., Cross, J. B., Dodge, J. H. y Walter, J. A. (1971). *Guía de Laboratorio: PSSC Física*. Barcelona: Ed. Reverté, s.a.
- Lindén, J. (2018). Demonstrating the vector character of angular momentum using a tandem fidget spinner. *Physics Education*, Vol. 53 N°2,
- Mayer, V. V., y Varaksina, E. I. (2017). A stroboscopic light source for experiments in mechanics. *Physics Education*, Vol. 52 N°6, Article 065015.
- Young, H., y Freedman, R. (2009). *Física Universitaria Volumen 1*. México D.F.: Pearson Educación.



Una aproximación a la conservación de la energía mecánica utilizando Tracker 4.11.0

Yudith Mónica Analía Mamani Cáceres

Colegio N°5035, Avda. Dr. Bernardo Houssay N°599, Salta capital, Salta

Instituto superior del profesorado de Salta N°6005, calle Avda. Ríos N°1851, Salta capital, Salta

E-mail: yudith.mamani@gmail.com

Resumen

Se describe la realización con alumnos de cuarto año de una actividad experimental grupal, en la que por medio del programa Tracker se analizan las variaciones de energía potencial y cinética en función del tiempo para un movimiento de caída libre, grabado en video por los propios alumnos. La actividad plantea como objetivo de fondo que los alumnos, partiendo de sus ideas e hipótesis previas y analizando los resultados y datos obtenidos de sus propias indagaciones y mediciones, descubran y comprendan relaciones de conservación que evidencian la conservación de la energía mecánica, promoviendo también el desarrollo de capacidades asociadas al trabajo grupal y activo, así como a la aplicación significativa de tecnología específica

Palabras clave: Aprendizaje activo; Indagación; Conservación de la Energía Mecánica; Tracker; TICS

I. Introducción

La experiencia que se describe tuvo lugar durante el año 2017 y formó parte de mi intervención de práctica como estudiante de la carrera del Profesorado de Física del Instituto del Profesorado N°6005 de Salta, en el marco del espacio Práctica Docente III (3er año), donde se establecían las condiciones de llevar a cabo una actividad áulica innovadora, que propiciara un rol activo en los estudiantes y que pudiera incluirse en el desarrollo de la unidad temática que el curso estuviera desarrollando con su docente a cargo.

La actividad se llevó a cabo en un curso de 4° año del Colegio Secundario N°5035 “Batalla de Salta”, conformado por 19 alumnos, durante cuatro clases (7 hs. cátedra en total). En las observaciones de clase previas en este mismo curso, se pudo observar una metodología de enseñanza basada mayormente en clases expositivas, con el agregado de ejemplos de aplicación y eventualmente algún ejemplo de la vida cotidiana. En general, el grupo mostraba poco interés por las clases y por la resolución de las guías de problemas complementarias, aunque evidenciaba buena predisposición para el análisis reflexivo y la discusión oral cuando se presentaban ejemplos que despertaban su interés.

El tema consensuado para mi intervención fue “El principio de conservación de la Energía Mecánica”, que se incluiría en la unidad correspondiente al tema Energía. Al momento de la intervención se

habían desarrollado dentro de la unidad los conceptos de trabajo mecánico, energía cinética y potencial.

¿Cómo abordar la enseñanza de la conservación de la energía mecánica desde un enfoque diferente al tradicional, de un modo que resulte en un aprendizaje significativo para los estudiantes? El concepto de Energía es sin duda uno de los conceptos fundamentales para abordar en la enseñanza de la Física en el nivel secundario y, particularmente, la ley de conservación de la energía y sus consecuencias, es un saber indispensable para la alfabetización científica de un estudiante y un ciudadano; pero sabemos también que la energía es un concepto abstracto y diverso, que carece de una definición sencilla, y que las relaciones que se establecen a partir de la energía suelen ser complejas para abordar en profundidad.

La propuesta que se pensó para esta actividad propone la utilización del programa Tracker que permite trabajar, mediante el análisis de videos, magnitudes y relaciones físicas de objetos en movimiento, con el objetivo de lograr que los alumnos identifiquen y descubran relaciones que se conservan en una caída libre. Proponiendo una manera innovadora de abordar el tema, que promueva el desarrollo de capacidades como el uso de tecnología específica, el trabajo en equipo de manera autónoma, la contrastación de datos e hipótesis, y buscando al mismo tiempo despertar el interés de los estudiantes a través de prácticas pedagógicas centradas en el proceso de construcción de ideas científicas tal como proponen Gellon y otros (2010).

II.DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD

El programa Tracker permite el seguimiento, la medición y la graficación en ejes coordenados de magnitudes como la velocidad o la posición y de relaciones como la energía cinética y potencial de un objeto señalado previamente en un video, de acuerdo a una escala predeterminada. Al momento de elegir la secuencia en video que se analizaría, se tuvo en cuenta que algunos dispositivos como rampas, carros o poleas, presentan importantes pérdidas de energía por rozamiento que se manifestarían en la no conservación de la energía mecánica total del sistema, lo que podría transformarse en un obstáculo para el aprendizaje de una relación de conservación. Por esta razón se decidió trabajar con el registro de una caída libre de un objeto

El diseño de la actividad exponía a los alumnos a contrastar sus concepciones e ideas previas con los resultados teóricos y experimentales, y los guiaba a reflexionar críticamente sobre este contraste, con el fin de posibilitar el “descubrimiento” de una relación que sirviera para que los alumnos se acercaran a la idea de conservación de la energía mecánica.

La actividad se llevó a cabo en cuatro encuentros, realizando previamente las correspondientes tareas de preparación del equipo informático (netbooks del programa Conectar Igualdad). Cada alumno recibió una **Guía de Trabajo Experimental**, la cual se trabajó de manera grupal de acuerdo a la siguiente secuencia:

Etapas de indagación previa: Se realiza un relevamiento de las ideas previas respecto a la caída libre de dos cuerpos de distinta masa. De manera escrita cada alumno elabora y describe sus ideas en relación al fenómeno. Las preguntas están orientadas a que reconozca si hay variación de la energía cinética y de la energía potencial y explique cualitativamente como es esa variación durante la caída del cuerpo en el transcurso del tiempo, e indagando si reconocen las relaciones entre la energía cinética y potencial con la masa, altura, y velocidad de los cuerpos.

 *Grabación de video de caída libre:* Tras sugerir los recaudos básicos para lograr un registro de video adecuado, cada grupo elige de manera autónoma las condiciones (tamaño, color y masa del objeto, distancia y posición inicial de caída, etc.) y lleva a cabo el registro de su video.

🔗 **Análisis mediante el programa Tracker del video grabado:** Se realiza en dos etapas, la primera utilizando las ecuaciones de cinemática cálculo de la velocidad instantánea (1) y la posición vertical en cada tiempo (2), la energía cinética (3) y la energía potencial (4) a partir de seis datos del tiempo del video analizado con tracker, y la masa del cuerpo en caída libre, conformando así la **Tabla 1**.

TABLA 1: Datos teóricos calculados por el Grupo 4

Tiempo t (s)	Velocidad V (m/s) $V_f = V_i + g \cdot t$ (1)	Altura (m) $H_f = H_i - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ (2)	Energía cinética (J) $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ (3)	Energía Potencial (J) $E_p = m \cdot g \cdot H$ (4)	Suma de Energías (J) $E_c + E_p$
0,00000	0	2,5	0	12,25	12,25
0,03332	0,32655777	2,4945591	12,22334	0,02666	12,25
0,19993	1,95934666	2,3041306	11,2902402	0,95975984	12,25
0,33322	3,26557777	1,95591846	9,58400044	2,66599956	12,25
0,43319	4,24525111	1,58050219	7,74446075	4,50553925	12,25
0,49983	4,89836666	1,27581653	6,251501	5,998499	12,25

En la segunda etapa completaron una **TABLA 2** con todos los datos extraídos del Tracker, correspondientes a los mismos tiempos seleccionados para la **TABLA 1**.

TABLA 2: Datos experimentales extraídos por el Grupo 4

Tiempo t (s)	Velocidad V (m/s)	Altura (m)	Energía cinética (J)	Energía Potencial (J)	Suma de Energías (J) $E_{cinética} + E_{potencial}$
0,00000	0,0000000	2,5003100	0,0000000	12,2625000	12,2625000
0,03332	1,5954942	2,4621212	12,0767046	0,6364004	12,3131050
0,19993	3,2965534	2,0303030	9,9586364	2,7168161	12,2754524
0,33322	4,5469702	1,5000000	7,3575000	5,1687345	12,5262345
0,43319	5,5711983	1,0151515	4,9793182	7,7595627	12,2388809
0,49983	6,0258078	0,6212121	3,0470455	9,0775900	12,2646354

Tanto para la **TABLA 1** como para la **TABLA 2**, contestaron las siguientes preguntas:

- ¿Cómo varía la energía potencial? ¿Porqué?
- ¿Cómo varía la energía cinética? ¿Porqué?
- ¿Qué pasó con la energía mecánica?

🔗 **Contrastación:** Se sociabilizaron algunos de los resultados obtenidos en las distintas columnas de energías (potencial, cinética y mecánica) de valores teóricos (fórmulas) y experimentales (Tracker) para cualificar los resultados cuantitativos. Los datos se recabaron en pizarra, al tiempo que compartieron sus conclusiones respecto a la tercera pregunta. Se observó que la energía mecánica (suma de energías) en el caso de los datos teóricos tomaba un idéntico valor para cualquier tiempo y en el caso de los datos experimentales que también era “casi” el mismo valor, si bien notaban diferencias entre los resultados experimentales, observaron la similitud de ellos con el valor teórico. Interpretaron que la diferencias en los datos experimentales respondían al propio “trabajo experimental”, y que era despreciable teniendo en cuenta la totalidad de las mediciones y las condiciones de realización del mismo. Concluyeron como grupo clase que estos resultados mostraban que: “La energía mecánica de la pelota, que es la suma de las energías, es un valor

constante a lo largo de la caída libre". Todo el proceso con guía dialéctica permanente del docente.

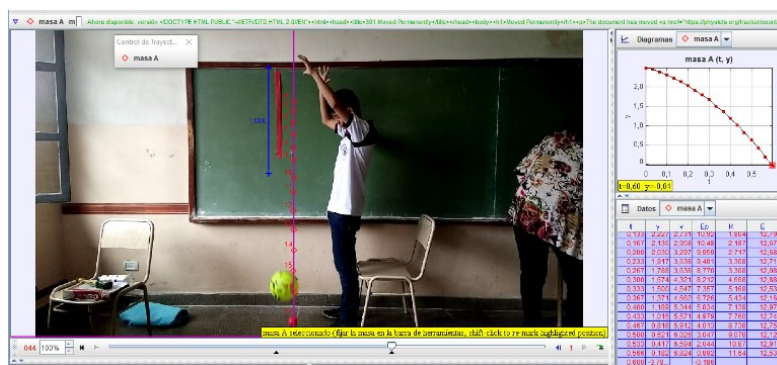


FIGURA 1: Vista del análisis con Tracker del video del Grupo 4 de alumnos.

Evaluación: Se aplicó un cuestionario final (con las mismas preguntas de la etapa de indagación), con el objetivo de relevar la evolución conceptual y el aprendizaje de los alumnos habiendo ya pasado por toda la experiencia. Siendo la última pregunta: *¿Creen que hay alguna relación entre las energías potencial y cinética en este movimiento? En caso afirmativo indiquen cual, y en caso negativo expliquen porque lo creen.*

III. REFLEXIONES FINALES Y APORTES

La contrastación de las respuestas individuales de cada alumno durante la Indagación y la evaluación permitió obtener datos sobre el nivel de aprendizaje de los alumnos respecto a la energía cinética y potencial, permitiendo evaluar en un sentido amplio tal como lo propone Anijovich y González (2011)

:"la realidad de los aprendizajes individuales de dichos contenidos previamente desarrollados sin inquietar al alumno mientras lo hace"

Al mismo tiempo la realización de la actividad de manera grupal y la elaboración de la guía experimental propiciaron un ámbito de trabajo autónomo y colaborativo con alumnos activos midiendo, resolviendo y reflexionando.

Se presentaron dificultades prácticas con el uso de las netbooks, ya que el número final de máquinas disponibles resultaron escasas, la actividad pudo llevarse a cabo rotando las netbooks por los distintos grupos pero esto conllevó demoras en la duración de la actividad, dificultad en la familiarización con el programa, pérdidas de interés, discontinuidad del trabajo grupal. Sería recomendable, para lograr más autonomía en el trabajo, que los alumnos lleguen a esta actividad con manejo previo del programa Tracker, que resulta muy adecuado para ser utilizado en temas previos de cinemática y dinámica

La evaluación de los resultados de las guías experimentales mostró que en general los alumnos pudieron descubrir una relación de conservación en la suma de las energías cinética y potencial del objeto en caída libre. Por supuesto que esto no nos permite afirmar que los alumnos hayan descubierto la ley de conservación, pero sí podemos suponer que el desarrollo posterior de la ley de modo formal podrá resultar más significativo dada la posibilidad de relacionarla con algo ya concreto, experimentado y comprobado por ellos mismos, promoviendo en los alumnos un aprendizaje sustentable (Galagovsky, 2004).

REFERENCIAS

Anijovich, R. y González, C. (2011). *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos*, Buenos Aires: Alque Educación.

Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo Teórico, *Revista Digital: Enseñanza y didácticas de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias didácticas*. Vol 22 Núm 2. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21974> visitada el 01/07/19

Gellon, G.; Rosenvasser-Feher, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2010). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*, Buenos Aires: PAIDO



Ley de enfriamiento de Newton con TIC y ecuaciones diferenciales de primer orden: articulando matemática y física

Eugenio Devece¹, Patricia Torroba¹, María de las Mercedes Trípoli¹, Luisina Aquilano²

¹IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, 1 y 47, La Plata, Argentina.

²Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP, 1 y 47, La Plata, Argentina.

E-mail: eugdvc@gmail.com

Resumen

Se relata una experiencia docente la cual consiste en una actividad experimental con uso de TIC, interdisciplinaria, en el aula de matemática, para articular temas abordados en matemática (ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden) con los estudiados en física (Ley de enfriamiento de Newton) y con docentes de ambas disciplinas. Esta actividad resultó motivadora en los alumnos para el estudio de la matemática por su aplicabilidad a situaciones concretas. El uso de sensores permitió hacer toma de datos a tiempo real dando validez a los modelos físico-matemáticos involucrados.

Palabras clave: Ley de enfriamiento de Newton; Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden; Actividad experimental con TIC; Articulación

I. INTRODUCCIÓN

Los alumnos de ingeniería, cuando cursan alguna asignatura de matemática se cuestionan el porqué de estudiar tal o cual tema, para qué les servirán los conocimientos que deben aprender, sobre todo el tipo de estudiante actual, que tiene una fuerte necesidad de lo inmediato. Esto motivó el pensar algún tipo de actividad que involucre el trabajo docente interdisciplinario, en la cual los estudiantes puedan reconocer la utilidad y, a la vez, la necesidad de estudiar matemática. La propuesta que se relata en esta oportunidad es una de varias experiencias didácticas interdisciplinarias implementadas en el aula de matemática con la presencia de docentes de Matemática y Física, llevadas a cabo en la Facultad de Ingeniería de la UNLP.

La experiencia se realiza en el aula de Matemática B, con la participación de aproximadamente cincuenta estudiantes y con docentes de Física I. Se lleva a cabo durante el tratamiento de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden (Smith y Minton, 2001; Stewart, 2000), tema que está contemplado en el programa analítico de Matemática B. En el material de la cátedra se describe el tratamiento de modelados de problemas, entre los cuales se analiza el Modelo de enfriamiento de Newton.

La actividad consiste en enunciar la Ley de enfriamiento de Newton (Sears, 1973; Resnick y otros, 1993), expresarla matemáticamente con una ecuación diferencial de primer orden, hallar

analíticamente su solución, realizar la actividad experimental con toma de datos a tiempo real y contrastar el resultado experimental con el obtenido de manera teórica.

Esta experiencia se ha llevado a cabo en varias oportunidades, en las cuales los estudiantes siempre han mostrado interés y compromiso, y a su vez, el desarrollo de las mismas ha permitido ir mejorándola de acuerdo a las observaciones realizadas por los docentes involucrados. Se decide narrarla porque podría ser útil para que otros docentes la realicen en sus aulas, adaptándola a la realidad de sus alumnos.

II.DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

La actividad se inicia con la participación de un docente de física, describiendo lo que expresa la Ley de enfriamiento de Newton. Esta ley afirma que la rapidez de cambio de la temperatura de un cuerpo a lo largo del tiempo es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el medio circundante, siendo la ecuación matemática que lo expresa:

$$\frac{d(T(t))}{dt} = -\gamma(T(t) - T_a)(1)$$

donde γ es la constante de proporcionalidad positiva que tiene en cuenta características del cuerpo. Se hacen todos los pasos necesarios hasta hallar la solución de la ecuación diferencial dada por:

$$T(t) = (T_0 - T_a)e^{-\gamma t} + T_a(2)$$

donde T_0 es la temperatura del cuerpo para $t = 0$.

Se muestra el equipo que se va a usar en la experiencia, constituido por dos sensores de temperatura que están conectados a una interfaz y ésta a su vez, a una computadora (Figura 1). Además, se utilizan dos vasos de telgopor, uno contiene agua caliente y el otro, agua fría. Se introduce en el agua caliente un sensor de temperatura, mientras que el otro sensor estará tomando la temperatura ambiente. Se comienza con la toma de datos de temperatura del agua caliente. Con el único objetivo de hacer más rápido el proceso de enfriamiento del agua caliente, se le agrega a este recipiente agua fría a temperatura ambiente, sin mover el sensor. Se sigue midiendo la temperatura hasta alcanzar el equilibrio. La curva obtenida se muestra en la Figura 1.

Una vez finalizado el muestreo, se procede a ajustar con una función la curva obtenida. El software permite definir nuevas funciones o utilizar algunas ya definidas. Dentro de este grupo está la siguiente expresión:

$$T(t) = Ae^{-Bt} + C(3)$$

donde se pueden observar las siguientes analogías $A = (T_0 - T_a)$, $B = \gamma$ y $C = T_a$. Por lo tanto, si se emplea la función dada en (3) para ajustar la curva experimental se puede observar que ambas coinciden y se pueden contrastar los parámetros A , B y C .

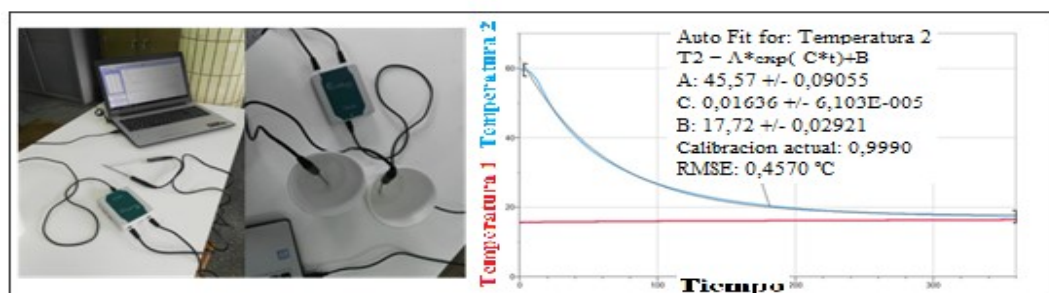


FIGURA 1. Equipo de toma de datos a tiempo real y curva experimental obtenida ajustada

III. EVALUACION DE LA ACTIVIDAD

Resultados de diversas actividades interdisciplinarias indicaron que los estudiantes opinan que es importante que se brinden actividades en el aula en las que puedan vincular la matemática con situaciones concretas de otras áreas, resultándoles motivadoras para el estudio de la matemática (Devece y otros, 2015; Torroba y otros, 2017; Torroba y otros, 2019). La propuesta implementada reafirmó la opinión de los alumnos sobre el requerimiento de seguir generando actividades en el aula en donde se apliquen contenidos matemáticos a situaciones concretas.

La experiencia de los docentes de física indica que es frecuente que los estudiantes consideren que los modelos físicos estudiados distan mucho de los resultados de la experiencia. Esta actividad contrasta el modelo físico- matemático teórico con el experimental y le da validez. La ley de enfriamiento de Newton es una ley empírica que no necesita un marco teórico físico para su tratamiento, por lo tanto puede ser implementada en el aula por docentes de matemática en el momento que se considere adecuado.

A pesar de haber realizado la experiencia más de una vez y haber hecho cambios para mejorarla, consideramos que la actividad se podría seguir mejorando invirtiendo el orden del desarrollo. Primero, realizar la experiencia, luego abordar el aspecto teórico y finalmente contrastar ambos resultados. Por otra parte, si no se cuenta con sensores, se pueden tomar los datos con termómetros de mercurio, permitiendo incorporar el tratamiento de ajuste de curvas y la interpretación de las constantes involucradas. Más allá que el objetivo de la actividad fue mostrar a los estudiantes la utilidad de la matemática en situaciones concretas, sobre las cuales trabajarán en materias siguientes, creemos que se podría pensar alguna propuesta que involucre más el trabajo del estudiante, de manera que él sea protagonista en la actividad y, a la vez, promover el trabajo grupal y colaborativo ya que es una de las competencias que el ingeniero deberá incorporar durante su formación académica.

Cabe aclarar, que esta experiencia no está pensada como un laboratorio, sino como la presentación cualitativa de la Ley de enfriamiento de Newton.

REFERENCIAS

- Devece, E.; Di Domenicantonio, R.; Torroba, P. y Trípoli, M. (2015). Experiencia de articulación entre Matemática A y Física I. *Actas de las IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.*
- Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. (1993). *Física*. Vol 1., 6ta edición. México: C.E.C.S.A.
- Sears, F. W. (1973). *Mecánica, Movimiento Ondulatorio y Calor*. Madrid: Aguilar.
- Smith, R. T. y Minton, R. B. (2001). *Cálculo*. Tomo II. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Stewart J. (2000). *Cálculo. Trascendentes tempranas*. México: Thomson.
- Torroba P., Trípoli, M., Devece, E. y Aquilano, L. (2017). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una facultad de ingeniería. *Revista de la enseñanza de la Física*, Vol. 28 Número Extra, pp. 91-99.
- Torroba P., Trípoli, M., Devece, E. y Aquilano, L. (2019). Funciones trigonométricas, periódicas y oscilatorias: una propuesta de trabajo interdisciplinario. *Actas de las 5tas Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería de la UNLP*, pp. 166-171.



Uso del GPS para el estudio del movimiento en Física

Juan Beiroa, Josué Dionofrio

Escuela ORT Almagro, Yatay 240, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Email: jddionofrio@gmail.com

Resumen

Dada la alta disponibilidad tecnológica en las aulas tangible en los celulares que los y las estudiantes traen consigo y forman parte de su identidad y su cultura, se propone una experiencia donde el teléfono toma un rol protagónico en la adquisición de datos para dar respuesta a una pregunta asociada al tipo de movimiento que nosotros somos capaces de realizar con nuestro cuerpo. Lo que se busca es lograr otro tipo de interacción con la tecnología, logrando expandir las posibilidades didácticas en el aula de Física, problematizando también su uso. En este caso, se adquiere la posición informada por el GPS para poder hacer cálculos de velocidad y compararlo con métodos más tradicionales y transparentes.

Palabras clave: Celulares; Tecnología; GPS; Cinemática; Movimiento.

I. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN DE LA EXPERIENCIA

El avance de la tecnología ha logrado introducir computadoras portátiles dentro de los bolsillos de docentes y estudiantes, provocando una profunda transformación cultural en la forma de interactuar con otros y con el conocimiento (Dussel, 2011). La mensajería instantánea ha dado lugar a la necesidad de la respuesta inmediata y a la más mínima duda se remite al buscador de turno para llegar a “la respuesta correcta”, casi al instante y sin que se cuestione el medio utilizado.

Frente a ese vínculo con el conocimiento, donde la tecnología hace de soporte y cumple una función meramente utilitaria sin perspectiva crítica, un desafío importante y complejo de la tarea educativa es el de propiciar otro tipo de vínculo donde:

1. El contenido abordado pueda ser problematizado a partir del uso de la tecnología.
2. El medio tecnológico pueda ser puesto en discusión a partir del contenido tratado.

En un vínculo que se construya sobre esos dos puntos, la tecnología se convierte en lo que Jonassen y otros (1998) llaman una *herramienta cognitiva* que permite adquirir una mayor comprensión sobre los contenidos, y los contenidos sirven como anclaje para pensar críticamente sobre el uso de la tecnología.

En línea con lo expresado, este relato de aula da cuenta de algunas experiencias llevadas a cabo en aulas de una escuela privada en el barrio de Almagro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), con estudiantes clase media y media alta de cuarto año (16 y 17 años de edad), donde la totalidad contaba con teléfono celular personal adquirido en los últimos 4 años. La propuesta se centra en la búsqueda de las potencialidades y desventajas que tiene darle un lugar más protagónico al teléfono celular en las clases de Física, para lo cual se diseñó una actividad que, mediante el uso de la aplicación **phyphox** (RWTH Aachen University, 2017) (gratuita y disponible para celulares Android y iPhone), responda a objetivos de aprendizaje reales de una planificación docente.

La actividad que titulamos “**¿Cuánto le podés creer al GPS?**” aborda contenidos conceptuales sobre el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y el uso de modelos matemáticos para comprender fenómenos físicos. Los objetivos de aprendizaje específicos son que los y las estudiantes sean capaces de:

- Reconocer las dificultades de reproducir con sus cuerpos un MRU.
- Reconocer el carácter modélico del movimiento conocido como MRU.
- Utilizar y procesar la información provista por el GPS del celular.

La selección de contenidos se sustenta en dos aspectos: primero, la condición de “tradicional e infaltable” que cumple MRU como contenido en las planificaciones de cualquier docente de física; y segundo, en que es uno de los temas que más difícil resulta problematizar, tanto por la escasez de fenómenos físicos que siguen el modelo estrictamente, como por la propia dificultad de diseñar y proponer verdaderos problemas significativos para su enseñanza alrededor de dicho contenido. Uno de los desafíos detrás de esta actividad era encontrar una forma de enriquecer un tema importante de la disciplina, pero difícil de contextualizar en la vida cotidiana sin llegar a caricaturizar movimientos reales.

II. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD: ¿QUÉ TANTO LE PUEDO CREER AL GPS?

La actividad, que se llevó a cabo ya habiendo introducido el modelo de MRU en experiencias prácticas con burbujas en un tubo con glicerina, contempla que los y las estudiantes realicen mediciones de su velocidad al moverse en el patio de la escuela, a quienes se les pide como desafío que ideen un método que les permita conocer la fidelidad de las mediciones de velocidad del GPS de sus celulares. Se espera que, como se trabajó en clases anteriores, las y los estudiantes puedan dividir en partes iguales la distancia total a recorrer, y tomar mediciones del tiempo que les toma recorrer cada una de esas partes para calcular la velocidad y contrastarla con la que muestra el GPS. Frente al funcionamiento del GPS, complejo y muchas veces desconocido, ése método de medición resulta una forma transparente de establecer la fidelidad del medio tecnológico. El acceso a los datos del GPS se realiza mediante la aplicación *phyphox*, que permite adquirir y exportar los datos de una multiplicidad de sensores que tienen los teléfonos modernos, incluido el GPS.

La pregunta que introducimos como docentes es: si el GPS puede determinar mi posición ¿me servirá para describir mi movimiento? Es una pregunta sobradamente justificada, dado que en principio no es transparente ni el funcionamiento del GPS ni el de la aplicación. Por otro lado, desde una perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), también nos habilita a cuestionar qué implica que se pueda saber con precisión absoluta la ubicación de un teléfono (y por ende su portador/a) y quiénes, además de uno mismo conocen nuestra posición al utilizar el GPS.

Es fácil probar que con *phyphox* cuando se inicia la adquisición de datos vía GPS, nos da en forma de gráficos de evolución temporal datos sobre “latitud”, “longitud”, “altura”, “velocidad”, “dirección” y “distancia recorrida”, y al movernos todos esos valores cambian. ¿Sirve para saber si me muevo en línea recta con velocidad constante? ¿Cómo hago para saberlo? ¿Puedo reproducir un MRU?

Consigna de trabajo:

En grupos y contando con cronómetros, cintas métricas y pegatinas de colores, deberán diseñar un método que les permita determinar si las velocidades que se obtienen vía GPS son fiables.

Y una vez resuelto:

El GPS en principio no sabemos cómo funciona. Después de haber medido ustedes mismos ¿Son fiables las mediciones del GPS? ¿Se obtiene información consistente con lo que ustedes pueden medir con instrumentos caseros y fáciles de entender? ¿Qué conceptos y modelos vistos en la materia les sirvieron para determinar esto?

Cuando ya se comprende el funcionamiento de la aplicación y se entiende qué tipo de información ofrece, se puede ir a la consigna con desafío:

Usando el GPS, intenten realizar un movimiento rectilíneo y uniforme al caminar o trotar. ¿Se puede? ¿Es MRU un modelo que pueda *ajustarse* a sus movimientos?

Lo interesante de esto es que, una vez que se conocen sus capacidades y limitaciones, se puede hacer mucho trabajo con los datos, dado que phyphox admite exportar las mediciones en formato de planilla de texto (extensión .xls) o bien en crudo (.csv). Se pueden hacer interpretaciones de gráficos, cálculos de pendientes, y se puede observar por ejemplo que el velocímetro de *phyphox* no es tan bueno para las velocidades bajas que se manejan (se observan variaciones muy abruptas entre los valores, lo que no se condice con lo medido con el uso del cronómetro). La pendiente del gráfico de distancia recorrida en función del tiempo se acerca más al valor obtenido mediante el método de recorrer trayectos equidistantes en el mismo tiempo.

A su vez, el uso de la aplicación invita a discutir y tratar en clase otros temas que tradicionalmente no forman parte de las materias física del nivel medio, pero que hoy en día han cobrado relevancia de la mano de los avances tecnológicos. Nombramos dos de ellos que nos resultan los más evidentes e inmediatos:

- El uso de distintos tipos y sistemas de coordenadas, puesto que el GPS utiliza el Sistema Geográfico compuesto por dos ángulos que miden la longitud y latitud respecto del meridiano principal y el Ecuador respectivamente,
- El análisis de datos por computadora. En este caso, el trabajo con *phyphox* permite compartir los datos en distintos formatos y, por ejemplo, construir gráficos y calcular velocidades mediante aproximaciones sucesivas.

Se presentan en la FIGURA 1 algunos recortes de datos adquiridos por estudiantes, con los cuales se hicieron diferentes análisis, a raíz de los cuales se pueden proponer consignas respecto al modelado.

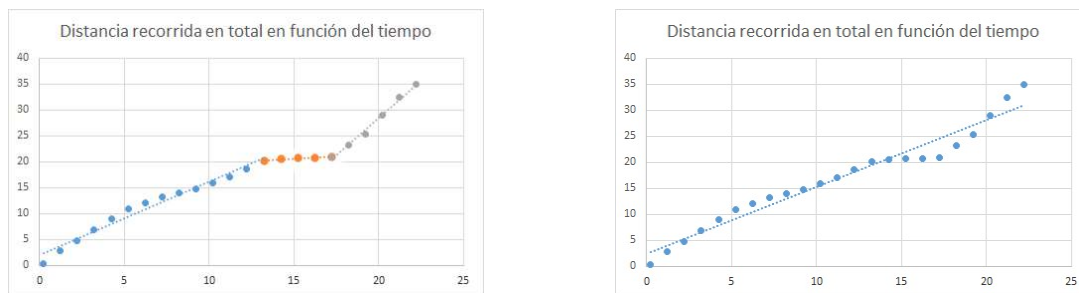


FIGURA 1: Ajuste de datos adquiridos por estudiantes con regresión lineal, compuesta en tres partes a la izquierda y con una a la derecha.

Daniela jugó con el Phyphox en su casa, tomó datos, los analizó y se los compartió a Lucila. Describan qué movimiento se pudo imaginar Lucila que hizo su amiga si el gráfico que recibe es el primero, y qué pudo imaginar si recibía el segundo. ¿Por qué creen que se pueden imaginar cosas diferentes del mismo grupo de datos?

Se puede complejizar más aún si esta información se la combina con otras que ofrece la aplicación, como la dirección.

III. VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Si bien los y las estudiantes tienen un primer encuentro con la aplicación dificultosa, la interacción y el acompañamiento constante ayuda a superar el primer obstáculo. Se observó en los cursos donde esta práctica se llevó a cabo que las y los estudiantes logran identificar tanto los alcances y límites de la aplicación, así como reconocer en sus gráficos los contenidos curriculares trabajados previamente. El uso de datos adquiridos con el celular, y compartidos en formatos digitales, permitió también la inclusión del análisis y procesamiento de datos como un tema necesario para la comprensión de otros contenidos.

Donde esta actividad tuvo mayor éxito, sin embargo, fue con las compañeras y compañeros docentes de la escuela, quienes en su mayoría adoptaron la actividad para sus cursos con distintos grados de análisis y éxito. Esto permitió no sólo la problematización del MRU y el abordaje de una perspectiva crítica sobre el uso de la tecnología, sino también que se habilite al uso de los celulares en el aula con fines didácticos.

IV. REFERENCIAS

RWTH Aachen University. (2017). Phyphox (Versión 1.1.2)[Aplicación Móvil] Descargado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.rwth_aachen.phyphox&hl=es_419

Dussel I. (2011). *Aprender y enseñar en la cultura digital*. En VII Foro Latinoamericano de Educación. TIC y Educación: experiencias y aplicaciones en el aula. Buenos Aires: Fundación Santillana.

Jonassen H., Carr, C y Yueh, H. (1998). Computers as Mindtools for engaging learners in critical thinking. *Techtrends*. Vol. 43 N°2, pp. 24-32. DOI: 10.1007/BF02818172.



El aporte de las TICs en un experimento de dinámica.

Pablo M. Nieto^{1,2}, Federico A. Cartellone¹, Agustina Dinamarca¹, Lilia Dubini¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Padre Jorge Contreras 1300, Ciudad de Mendoza (5500), Mendoza.

²Colegio San Nicolás PS-107, Italia 5848, Luján de Cuyo, Mendoza.

E-mail: mati18391@hotmail.com

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta experimental que facilita y complementa la enseñanza y aprendizaje de Dinámica mediante el uso de recursos tecnológicos. El objetivo es innovar en la forma de enseñar y aprender conceptos de Física incorporando el gran potencial y repercusión que tienen las TICs actualmente. El trabajo se llevó a cabo en el curso "Física I" del Colegio San Nicolás del departamento Luján de Cuyo, provincia de Mendoza, que contaba con 30 estudiantes de nivel secundario. En el aula se diseñó y construyó grupalmente un dispositivo físico que permitió estudiar los conceptos de Dinámica tras capturar con una cámara el movimiento de una esfera de acero en planos inclinados, y analizar luego las magnitudes físicas involucradas a través del software libre "Tracker". El dispositivo es de fácil construcción y la experiencia puede ser replicada por otros docentes con la libertad de modificar las variables de diseño. Los resultados y conclusiones fueron presentados en plenario analizando datos y gráficas, explicando los conceptos físicos implicados en diferentes tramos de la trayectoria de la esfera y proponiendo alternativas para lograr ciertas condiciones de movimiento. El aporte de las TICs en este experimento posibilitó, además de la transmisión de conocimientos, la participación comprometida de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje; que los docentes identificaran, focalizaran y estimularan el desarrollo de diferentes capacidades en los jóvenes como la creatividad, la experimentación, curiosidad y el espíritu de investigación; y la formación de una actitud crítica ante las TICs.

Palabras clave: Capacidades; Dispositivo físico; Movimiento; Software *Tracker*.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre la implementación y ejecución de un experimento que facilita y complementa la enseñanza y aprendizaje de Dinámica mediante el uso de las TICs. El trabajo consiste en el diseño y construcción de un dispositivo que permite estudiar movimientos en 2D sobre planos inclinados que permitan estudiar, de forma indirecta, la presencia de fenómenos que muestran la presencia de fuerzas conservativas y no conservativas, trabajo y energía mecánica (Aristegui y otros, 2000). El mismo se implementó durante 7 clases de 80 minutos cada una en un curso de 30 estudiantes de tercer año, en el aula de clases y el laboratorio del colegio San Nicolás, Luján de Cuyo, Mendoza. Los objetivos principales de esta evaluación fueron: que los estudiantes identifiquen y apliquen sus conocimientos de física (cinemática, dinámica); que logren manifestar las capacidades de resolución de problemas, comunicación, pensamiento crítico, aprender a aprender, compromiso, responsabilidad y trabajo con pares; que utilicen adecuadamente las TICs como herramienta de aprendizaje y de trabajo.

Esta propuesta surge como trabajo de prácticas del espacio curricular “*Taller de preparación de trabajo de laboratorio en Física*”, correspondiente a la carrera de Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN) de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo). Su implementación y evaluación se llevó a cabo en el Colegio San Nicolás de la provincia de Mendoza, en el marco de una evaluación integradora anual. Esta institución es un colegio mixto que pertenece al sistema de educación privada, ubicado en una zona urbana del departamento Luján de Cuyo. Cuenta con nivel inicial, primario y secundario ofreciendo el Bachillerato en Ciencias Naturales Bilingüe.

II. DESARROLLO

Se planteó la distribución de la evaluación en tres grandes actividades:

1. Diseño y planificación: En esta etapa se indicó a los estudiantes, distribuidos en grupos de 3, que a lo largo de 2 clases diseñen un dispositivo que permita estudiar el movimiento de un cuerpo con trayectorias rectilíneas con aceleración constante, interpretar la conservación de la energía mecánica y la existencia de fuerzas no conservativas. A su vez, debía ser posible filmar con una cámara de celular el objeto en movimiento de forma clara y contener un presupuesto para su construcción. Luego de la presentación de propuestas, se eligió en conjunto con los estudiantes el proyecto que era más factible de construir. Ver Figura 1.

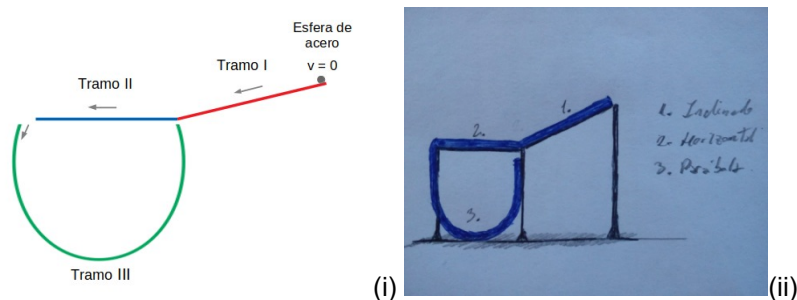


FIGURA 1. (i) Esquema del dispositivo a construir. El mismo consta de 3 tramos consecutivos: uno inclinado (rojo), luego uno horizontal (azul) y finalmente uno en “U” (verde). Desde el extremo del primero se suelta desde el reposo una pequeña esfera de acero dando inicio a su movimiento en el sentido indicado por las flechas. (ii) Boceto hecho a mano del dispositivo.

2. Construcción: Se confeccionó un instructivo detallado de armado que cada grupo debía ejecutar en el lapso de 2 clases. Los materiales utilizados fueron: 2 listones de madera de 0,025 m (1”) x 0,025 m (1”) x 2,5 m, 2 m de manguera de goma de 0,025 m (1”) de diámetro, 1 esfera de acero, clavos para madera de 0,0125 m (1/2”) de largo, 10 tornillos de 0,0375 m (1,5”) de largo, 1 martillo, 2 destornilladores, 1 cinta métrica, un serrucho o sierra manual.

3. Adquisición, análisis de datos y validación del funcionamiento: En esta etapa, se procedió con la adquisición de datos a partir de filmaciones de lanzamientos de la esfera con el objetivo de calibrar el dispositivo en las condiciones deseadas. Los videos corresponden a 3 tramos continuos de trayectoria: un riel con ángulo de inclinación pequeño; un riel horizontal en el que, a partir de la variación de su longitud, la esfera llegará al extremo final del tramo con rapidez casi nula; una canaleta en “U” cuya condición era que se pueda apreciar la no conservación de la energía mecánica debido al trabajo realizado por la fuerza de fricción.

En cuanto a los datos extraídos por el software para su análisis, se consideraron el ángulo de inclinación del riel, la rapidez y la aceleración de la esfera en función del tiempo en el primer tramo; la rapidez de la esfera en función del tiempo en el segundo tramo y por último, en el tramo en U, los valores obtenidos eran de energía cinética y potencial gravitatoria en función del tiempo.

Para calibrar el dispositivo en dichas condiciones, ya fin de que pueda reproducirse sin dificultades, se efectuaron entre 5 y 9 lanzamientos. Por medio de una PC y con la previa instalación del software *Tracker* (versión utilizada: 5.1.1) (Physlets, 2019) los estudiantes adquirieron datos y analizaron los diferentes valores en tablas y gráficas, logrando determinar anomalías en el riel que provocaban variaciones en los valores de distintos lanzamientos. *Tracker* es una herramienta gratuita de análisis y modelado de video basada en el marco *Open Source Physics* (OSP) de Java y disponible en los sistemas operativos más populares, Linux, Windows y Mac.

Una vez finalizado el trabajo, cada grupo presentó al profesor los resultados, gráficos y tablas de valores con una muestra de la evolución del dispositivo hasta llegar, o no, a las condiciones pedidas. Esta presentación fue oral y los estudiantes argumentaron los diferentes fenómenos que se presentaron como influencia del peso en el movimiento sobre planos inclinados y el coeficiente de rozamiento de distintas superficies. Además, puntualizaban diferentes dificultades para lograr las condiciones deseadas finalizando con una propuesta que pueda servir para mejorar el funcionamiento del dispositivo.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

De esta actividad se destaca la importancia del uso de las TICs a partir del uso de la PC, el software *Tracker* la utilización de una cámara de video de teléfonos celulares. Es de sumo valor la motivación, compromiso, autonomía e integración de conceptos en una situación problemática experimental en la que los estudiantes se sintieron involucrados en pos de su propia creación.

De entre los resultados obtenidos, los estudiantes pudieron obtener gráficas de variables en función del tiempo, que representan una situación física, por lo que pudieron ligar la abstracción de la matemática con un fenómeno de la realidad. Además, se realizaron aclaraciones asociadas al error, y su importancia en la física, pues muchos de ellos lo mencionaron sin tener una idea sobre su significado «científico», y su inherencia en el laboratorio.

Sin embargo, se detectaron dificultades ligadas a la construcción del dispositivo con el montaje y calibración de sus partes provocando un retraso en su culminación. Algunas recomendaciones para el uso del software para evitar eventuales pérdidas del “objetivo móvil”, tienen que ver con que los objetos a analizar deben ser nítidos en la filmación, contrastando con el fondo sobre el cual se trabaje y su trayectoria debe carecer de obstáculos que impidan una captura discontinua o confusa del movimiento. Además, las velocidades de los objetos móviles no deben ser grandes, pues *Tracker* cuenta con una resolución limitada, medida en cuadros por segundo, que depende de la calidad de filmación del teléfono celular.

El diseño de propuestas similares, donde los estudiantes deban proponer y construir dispositivos que permitan estudiar diferentes magnitudes y fenómenos físicos, facilita la adquisición de conceptos y el desarrollo de diversas capacidades. Es por esto que este tipo de actividades pueden realizarse no solo en el marco de una evaluación, sino como secuencia didáctica adecuada a los diferentes saberes que deban ser estudiados a lo largo de todo el ciclo lectivo.

REFERENCIAS

Aristegui, R. A.; Baredes, C. F.; Fernández, D. P.; Silva, A. M. y Sobico, C. I. (2000). *Física II. Dinámica. Fluidos. Relatividad. Electromagnetismo. Física cuántica. Astronomía y Astrofísica*. Buenos Aires: Santillana.

Physlets (2019). Ayuda Tracker. de https://physlets.org/tracker/tracker_help_es.pdf. Visitado el 24/6/2019.



Medición de la aceleración de la gravedad utilizando el celular: una propuesta de clase.

Juan Passini¹; Lilia Dubini²; Marcela Calderon³

^{1, 2, 3} Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNCuyo; Padre Contreras 1300 Ciudad Mendoza

E-mail: juanpassini@gmail.com

Resumen

En esta experiencia se utilizó la aplicación Physics Tools Box para que los estudiantes determinen el valor de la aceleración de la gravedad en diferentes objetos. Esta aplicación permite obtener la aceleración al instante y a través de hojas de cálculo como Excel hacer una aproximación al valor de la aceleración de la gravedad. Esto le permite al estudiante dedicarse a analizar que sucede con las variables involucradas en el movimiento vertical y comprender su implicancia en los resultados de la experiencia. La motivación es la dificultad de los estudiantes a la hora de identificar a la aceleración de la gravedad como una magnitud que es igual en diferentes objetos y que tiene una gran importancia dentro del diseño curricular de la provincia de Mendoza.

Palabras clave: Aceleración de la gravedad; Movimiento; Tics; Desarrollo de capacidades.

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo como marco teórico para la enseñanza de la física, el desarrollo de capacidades, y el aprender, fue el punto de partida que nos direccionó a conocer las ideas previas, predicciones o acciones que luego tomarán significado como alternativa para la apropiación del conocimiento científico. Tener datos y conocer el hecho es muy distinto a dar significado, comprender un dato requiere utilizar conceptos y relacionarlos en una red de significados que expliquen las causas y consecuencias que tiene. (Pozo, 1998).

El trabajo práctico que diseñamos, se aplicó a los compañeros de cursado del espacio curricular del Taller de Preparación de Trabajos de Laboratorio en Física de la FCEN-UNCuyo. Luego se trabajó en un taller con docentes de física de escuelas técnicas de la provincia de Mendoza, con la participación de 20 docentes que luego lo pondrían en práctica con sus estudiantes.

Este taller se llevó a cabo en la escuela Pablo Nogués de la Ciudad de Mendoza, con la participación de profesores de distintas escuelas del gran Mendoza. Asistieron 20 profesores de Física o el espacio de Ciencias Naturales que deben dar contenidos de Física en 1er y 2do año de secundaria básica.

Se trabajó con la metodología de resolución de problemas, para predecir resultados que luego debían verificar con la práctica.

El Physics Toolbox Suite, tiene un menú de sensores que permite trabajar: fuerza G; acelerómetro lineal; giroscopio, barómetro. En este caso trabajamos solo con el acelerómetro lineal.

La experiencia consistió en tirar desde una cierta altura el celular con los sensores activados. Éstos registraron los valores, que luego fueron volcados en una hoja Excel para su análisis y comprensión del fenómeno. Se realizaron varias tomas para poder sacar conclusiones.

Si bien es una experiencia sencilla, queremos compartirla en este espacio con docentes de otras provincias, porque estamos convencido que es la forma de que los estudiantes del nivel pre universitario, es decir primario y secundario se vean motivados a aprender física. Con el uso de las TICs les ayudamos a los estudiantes de estos niveles educativos a analizar el fenómeno sin complicarlos con el modelo matemático y que puedan analizar las variables involucradas, sus dependencias, consecuencias y luego que hagan una aplicación del modelo matemático.

II.DESARROLLO

Tanto en la clase con los estudiantes de la facultad como en el taller con los docentes, previo a la realización del trabajo práctico de laboratorio se enseñó a utilizar el acelerómetro lineal del PhysicsTool box¹.

Se plantearon dos preguntas:

- ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en la Tierra?
- ¿Esta es la misma para todos los objetos?

Se planteó el práctico con la metodología de resolución de problema es decir se les presentó la siguiente guía:

Antes de la clase de laboratorio debes de forma individual realizar la tarea de enunciación de hipótesis -predicción-. Esta tarea tiene por objetivo que pienses en la práctica experimental que se va realizar.

- 1-Dibujar un sistema de ejes cartesianos donde el eje x representa el tiempo y el eje y la aceleración. ¿Cómo sería la gráfica si: a) la aceleración es constante respecto del tiempo, b) la aceleración disminuye con respecto al tiempo, c) la aceleración aumenta con respecto al tiempo?
- 2- ¿Qué es la fuerza de gravedad? ¿Qué efecto genera en los objetos?
- 3- ¿Qué es la aceleración? ¿Es lo mismo que la velocidad? ¿Por qué?
- 4- ¿Qué sucederá con el grafico del acelerómetro cuando mida la aceleración de la gravedad?
- 5- ¿Cómo medirías la aceleración de la gravedad con el celular?

Proceso de trabajo

Para verificar las respuestas dadas en la etapa de predicción deberás trabajar con tus compañeros de grupo, con la aplicación PhysicsTool Box. Para ello es necesario que respondas previamente, en forma individual, las siguientes preguntas que te ayudarán a programar la experiencia.

- 1- ¿Qué variables queremos medir?
- 2-¿El instrumento siempre medirá la variable que estamos buscando?
- 3-¿Los movimientos que realicemos con el instrumento van a modificar nuestra medición?
- 4-¿Qué precauciones vas a tener para la toma de datos?
- 5- ¿Qué cantidad de mediciones debes realizar?

Al comienzo del práctico el grupo de trabajo deberá discutir y llegar a un acuerdo sobre los puntos planteados.

¹ Manejo básico de la aplicación PhysicsToolbox Sensor Suite:

https://www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/1a_tutorial_physics_toolbox_suite_android.pdf.

Fecha de consulta: 25/07/2019.

Descripción de la experiencia:

El estudiante deberá elevar a unos 50 cm del suelo el celular con su respectivo protector. Previamente se debe colocar una superficie mullida en el suelo para que no le suceda nada al celular. Activar el celular como se indicó y soltar el celular tratando que tenga una caída libre. Los sensores tomaran los datos que luego se llevan al Excel y comienza el análisis. Luego del análisis de los datos los estudiantes comparten sus datos y los comparan con su hipótesis y escribe su conclusión.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Este práctico sencillo motivó a los estudiantes de la facultad, que como futuros docentes de física, pudieron apreciar que utilizando los recursos tecnológicos que se encuentran al alcance de todos, se puede aprender física.

Cuando se aplicó el trabajo práctico en clase los estudiantes pudieron realizar un experimento sencillo donde experimentan y revisan los conceptos de caída libre de diferentes objetos.

Las dificultades que se presentaron a la hora de realizar la experiencia fue la comprensión de cómo se utilizaba la aplicación y para quienes no tenían manejo de Excel la necesidad de explicar las funciones básicas para poder realizar la experiencia.

Los docentes participantes del taller en la escuela Pablo Nogues lo valoraron como muy interesante y fácil de aplicar en el aula. Estamos a la espera de los resultados de su aplicación en las aulas de estos docentes. Nos interesa retomar los resultados de los docentes como relatos escritos de la experiencia escolar de cada uno de ellos que como señalan Fernandez y Ramirez (2006): "Contar por escrito lo sucedido permite tomar distancia, objetivar la situación, es decir convertir en objeto de reflexión esas ideas que modelan el futuro accionar docente. "Y a partir de estas reflexiones poder reflexionar y mejorar la propuesta didáctica propuesta.

REFERENCIAS

Pozo, J. I. y Gómez, M. A.(1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata.

Fernández, M. y Ramírez, M.(2006). Los relatos de experiencias escolares en la formación docente. Revista Interamericana de Educación, Vol. 37 N° 4 Número especial, <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1131Fernandez.pdf> visitado el 12/5/2019



Una clase de física en la escuela con la universidad

Susana B. Molina¹

¹Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Av. Belgrano 300, San Fdo. del Valle de Catamarca, Catamarca

E-mail: susamolina@hotmail.com

Resumen

En la convocatoria realizada por AFA (Asociación Física Argentina) para incentivar las vocaciones en física (INVOFI), se presentó el Proyecto “Hoy, sí quiero tener clase de Física”, mediante el cual se pretende acercar la física a estudiantes de secundario a fin de despertar vocaciones científicas a través de una visión más humanizada de la ciencia y brindar apoyo a los educadores del nivel medio. El proyecto se comenzó a trabajar en marzo del año 2017, junto con el inicio del ciclo lectivo. Se realizaron actividades como visita a las instalaciones de la Facultad y encuentro con los investigadores en su lugar de trabajo, el desarrollo de clases en el aula, laboratorio, charlas de divulgación de temas de interés actual dentro de las ciencias físicas, difundiendo las actividades de investigación y la oferta académica de la FACEN. Se ejecutaron clases en el aula con alumnos de 5to año de la escuela secundaria desarrollando temas que permitieron resaltar el papel de la historia de la física en la construcción del conocimiento científico. Para ello se contó con la participación de alumnos de las cátedras Historia de la Física y Práctica Docente I vinculando docentes de nivel secundario y universitario. Los estudiantes universitarios desarrollaron actividades con experiencias áulicas y de acompañamiento de alumnos secundarios que visitaron el ICEN Centro de Energía de la FACEN contando con la presencia e intervención de docentes investigadores del mismo. Como resultado se obtuvo un acercamiento del estudiante a la ciencia, en particular la física. Además, se difundió en los docentes de secundaria una forma de innovar en su enseñanza utilizando la Historia de la Física como medio para facilitar la comprensión de esta ciencia, contextualizando la época con el tema

Palabras claves: Articulación; Enseñanza física; Incentivo de vocaciones

I. INTRODUCCIÓN

El Proyecto “Hoy, sí quiero tener clase de Física”, pretende acercar la Física a estudiantes de secundario a fin de despertar vocaciones científicas y brindar apoyo a los educadores del nivel medio en temas relacionados con la Física. Se conoce el descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales, como así también la disminución en sus competencias y conocimientos para completar satisfactoriamente con los ciclos básicos de carreras universitarias en estas áreas, es un problema mundial. Se puede decir que por un lado la física avanza como ciencia a paso muy rápido abriendo nuevos campos y por otro, cada vez hay menos interesados en estudiarla. Esta paradoja implica la imperiosa necesidad de replantearse qué, para qué, para quiénes y cómo enseñar estas disciplinas a las nuevas generaciones. También se debe tener en cuenta que la articulación se caracteriza por ser un “proceso” dinámico, flexible y continuo que exige una construcción conjunta entre instituciones, y depende fundamentalmente de los objetivos, características y requerimientos que ellas demanden. El proyecto fue aprobado en noviembre de

2016, pero se comenzó a trabajar en el mismo en marzo del año 2017, junto con el inicio del ciclo lectivo. Se realizaron actividades como visita a las instalaciones de la Facultad y encuentro con los investigadores en su lugar de trabajo, el desarrollo de clases especiales en el aula, laboratorio de la facultad, charlas de divulgación de temas de interés actual dentro de las ciencias físicas, difundir las actividades de investigación y la oferta académica de la FACEN, entre otras. Se planificaron y ejecutaron clases en el aula con alumnos de 5to año de la escuela secundaria desarrollando temas que permitieron resaltar el papel de la historia de la física en la construcción del conocimiento científico, que ayudan a comprender qué es y cómo se ha construido y construye la ciencia. Para ello se contó con la participación de alumnos de la facultad que cursan la Práctica Docente I vinculando docentes de nivel secundario y universitario. Además intervinieron alumnos que cursan historia de la Física de la carrera Profesorado en Física quienes desarrollaron actividades con experiencias áulicas y de acompañamiento de alumnos secundarios que visitaron el ICEN Centro de Energía de la FACEN contando con la presencia e intervención de docentes investigadores del mismo. Se espera lograr un acercamiento de la imagen real de un científico; acercar al estudiante a la ciencia, en particular la física, e incentivar en los docentes de secundaria a innovar en su enseñanza, haciéndola a ésta un poco más humana.

II. DESARROLLO

En las visitas a la escuela se trabajó sobre las preconcepciones que tienen, los alumnos de secundaria, sobre la ciencia y la actividad que desarrollan los científicos. Se promocionó las carreras que se dictan en el departamento de Física de la FACEN UNCA (Profesorado y licenciatura en Física y técnico en energía renovable). Se realizaron experiencias de laboratorio y se incorporó Historia de la Física en clase.

Con respecto a la visión que se tiene del científico, se realizó la siguiente actividad: Se pidió a los estudiantes que dibujen una persona que hace ciencia, que le pongan un nombre y que lo describan en no más de 3 renglones. Se la hizo en dos momentos diferentes: primero a un grupo de estudiantes de secundaria antes de visitar el ICEN, y luego con otros alumnos después de la visita al Centro. En los resultados se observó una diferencia en ambos grupos, la cual se dedujo por ejemplo en los nombres que dieron a los científicos en las representaciones que elaboraron. En el primer grupo se nombraba a los científicos con nombres extranjeros, mientras que en el segundo la mayoría los identificó con nombres comunes como María o similares. Esto nos lleva a pensar que la visita incentivó a tener una imagen más cercana a la real del científico y de la actividad que desarrollan.



FIGURA 1. Alumnos de la cátedra Práctica de la enseñanza en Física I (esc. Fray M. Esquiú)



FIGURA 2. Intervención de los alumnos de la cátedra de Historia y Epistemología de la Física (esc. Fray M. Esquiú)

La experiencia fue sumamente enriquecedora, además de sorprendente para los participantes del proyecto. Los alumnos de la escuela nos recibieron con muchas expectativas y nos despidieron agradecidos, con la visita. Se entregó folletería de las carreras con información y además se dejaron

direcciones de e-mail de los docentes participantes, para consultas e inquietudes que podíamos responder en forma personal. Los docentes de los cursos que visitaron el ICEN, a pesar que el mismo se encuentra dentro del predio de la escuela a la que asisten y dan clases, lo desconocían y se sorprendieron gratamente con el equipamiento y las investigaciones que se hacen en el mismo. Algo que uno podría inferir casi obviamente, que trabajando en el mismo lugar conozcan al menos con el equipamiento que se cuenta en la facultad, pero resultó no ser así; y al mismo tiempo al conocer y sorprenderse, estos docentes se convierten en personas que promocionaran las carreras de Física con el solo hecho de contar lo que vieron. En nuestra provincia se hacía investigación en Física teórica solamente hasta hace muy poco tiempo, debido a la falta de equipamiento con el que se contaba, y para hacer experimental se debía trasladar a provincias más avanzadas como Córdoba. Ahora ya podemos hacer algunas investigaciones acá y eso se desconocía.

Instituto de Ciencias Exactas y Naturales (ICEN)



FIGURAS 3 y 4. Laboratorio en el centro de Energía a cargo del Dr. Francisco Filippin, Lic. Narciso Díaz, Lic. Edgardo Arguello y la Lic. Verónica Díaz, con la participación de alumnos de la cátedra de Historia y Epistemología de la Física



FIGURA 5. Visita al ICEN con alumnos de la escuela pre-universitaria Fray Mamerto Esquiú, con la colaboración del Dr. Francisco Filippin y el Lic. David Lucero.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Se pudo obtener en los alumnos un acercamiento a la idea del científico, desmitificando en parte la imagen que de ello puedan tener. Además como resultado se obtuvo un acercamiento del estudiante tanto secundario como universitario a la ciencia, reflejado en frecuentes visitas de alumnos secundarios acompañados por sus padres para interiorizarse sobre las carreras relacionadas al campo de la física. También en los docentes secundarios, es de importancia el hecho de conocer las investigaciones en física que se elaboran en el ICEN, dado que ellos desconocían antes el equipamiento con que se cuenta; y con esto, indirectamente se promueve las carreras y se incentiva el estudio de la ciencia.

Haga clic aquí para escribir texto.



Física de bolsillo: un laboratorio a medida.

Eduardo Castillo¹, Damián Cafaro¹; Eduardo Lázaro¹; Fabricio Castillo¹; Héctor Baldo¹; Griselda Mazza¹; Manuel Fernández²

¹Escuela Industrial Superior, Preuniversitaria, Universidad Nacional del Litoral

²Escuela de Enseñanza Media Para Adultos N° 1159 "María Echevarría", Ministerio de Educación de Sta. Fe

E-mail: edurros@yahoo.com.ar

Resumen

La Universidad Nacional del Litoral desarrolla un proyecto de extensión en educación experiencial (PEEE) en cuyo marco surge el trabajo que aquí presentamos como intento de sistematización de una experiencia interinstitucional y áulica-que consideramos valiosa para compartir con colegas y estudiantes de profesorado. La misma surge a raíz de un requerimiento específico de los profesores de una Escuela de Educación Media para Adultos (EEMPA) de la ciudad de Santa Fe: siendo que en la institución mencionada, no se contaba con laboratorios de Física deseaban establecer un contacto interinstitucional para abordar esta problemática. Dos aspectos consideramos relevantes. El primero de ellos está vinculado a la necesidad de estudiantes y docentes de esta EEMPA, de la ciudad de Santa Fe de contar para sus aprendizajes con un espacio destinado a la realización de experiencias de laboratorio de Física. El segundo aspecto fue la posibilidad de revisión de nuestras propias prácticas y estrategias didácticas involucrándonos en la educación experiencial desde un trabajo docente colaborativo y en relación con los estudiantes de la Escuela Industrial Superior (EIS), tanto en su implicación en el estudio y profundización de saberes como en la búsqueda de estrategias y elaboración de dispositivos didácticos para los encuentros de trabajo que se llevaron adelante en la EEMPA.

Palabras clave: Laboratorio, Aprendizaje, Física Experimental, Docencia

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo fue llevado a cabo - en forma colaborativa- por docentes de la Escuela Industrial Superior (EIS-UNL) y de la Escuela de Enseñanza Media Para Adultos (EEMPA) N° 1159 "María Echevarría" de la ciudad de Santa Fe. Participaron 40 estudiantes de 3^{ro} a 6^{to} año de la EIS planificando y desarrollando trabajos prácticos de laboratorio para compartir saberes con 120 estudiantes de 4to. Año de la EEMPA. La experiencia se situó espacialmente en un aula de la EEMPA. Tres alumnos/as de la EIS, se hacen cargo de cada grupo de la EEMPA (conformado por 7 adultos estudiantes). En términos de Latour (2005:63),

"el extensionista pasa de ser un intermediario a ser un mediador. El intermediario es aquel que hace extensión haciendo transferencia, es aquel que "transporta significado o fuerza sin transformación: definir sus datos de entrada basta para definir sus datos de salida".

II. DESARROLLO

“Física de bolsillo: un laboratorio a medida” refiere a la posibilidad de la circulación de saberes y del traslado de dispositivos entre instituciones: aprender con/de otros. El aula se abre para dar posibilidad a una nueva experiencia.

“Las PEEE encuentran en la comunidad la heterogeneidad de lo cotidiano, y en consecuencia el desafío de los sujetos de la educación es poner a trabajar las teorías y contenidos disciplinares en esa heterogeneidad” (Rafaghelli 2017)

La analogía con un bolsillo es que éste puede contener/sostener todo aquello que nos propongamos llevar, mostrar y compartir pero para esto debemos ser generosos y armar/coser el bolsillo de la forma y tamaño adecuado al tiempo y al espacio y a la situación de enseñanza y de aprendizaje.

“Ante el predominio de los enfoques clásicos en las aulas, pocas veces los universitarios participan de las actividades auténticas propias de cada cultura disciplinar; la formación los lleva a consumir contenidos que son adquiridos por instancias de transmisión o imitación de modelos” (Bruner, 1997).

Como profesores de Física- el reto más importante con el que nos enfrentamos hoy en las aulas es generar la motivación y el deseo de aprender Ciencias Naturales. Creemos que

“El aprendizaje en el aula no es nunca meramente individual, limitado a las relaciones cara a cara de un profesor/a y un/a alumno/a. Es claramente un aprendizaje dentro de un grupo social con vida propia, con intereses, necesidades y exigencias que van configurando una cultura peculiar” (Sacristán y Pérez Gómez, 1998:76).

Objetivos Generales

- Brindar oportunidades equitativas a todo el estudiantado para el aprendizaje de saberes significativos en los diversos campos del conocimiento, en especial las ciencias naturales.
- Hacer especial hincapié en las actividades experimentales y en su adaptabilidad a ámbitos y espacios escolares no diseñados para ello.
- Contribuir al desarrollo de autonomía por parte de los docentes de la institución para que puedan incluir de manera ininterrumpida en sus planificaciones la realización de los Trabajos Prácticos de Física, a partir de contar con el material específicamente diseñado para ello.

Actividades Preliminares:

- Reunión de docentes participantes de la EIS con directivos y docentes de la EEMPA para la presentación formal del proyecto y definición de actividades experimentales a trabajar.
- Reconocimiento de oferta y demanda de experiencias factibles respecto a los intereses del grupo de estudiantes de la EEMPA en función de los contenidos curriculares de su programa de estudios.
- Conformación del grupo de alumnos participantes de la EIS.

Implementación en campo:

- Resignificación de los conocimientos de Física de los programas de estudios de 2do y 3er año de la EIS.
- Investigación bibliográfica por parte del grupo de la EIS (acompañamiento de docentes)
- Redacción colaborativa de las guías de TP(estudiantes y docentes de la EIS)
- Construcción y confección del material didáctico, planificado como una tarea conjunta e interdisciplinaria entre los Maestros de Taller, Docentes del Área Física y Alumnos participantes de EIS.
- Testeo y puesta a punto de materiales y dispositivos a emplear.

- Prueba técnica de las actividades experimentales a desarrollar en la EEMPA.
- Realización de los TP previstos con los alumnos de la EEMPA.
 - TP N° 1: Medición y errores. 24/04/2019.
 - TP N°2: Movimiento rectilíneo uniforme. 22/05/2019
 - TP N°3: Movimiento rectilíneo uniformemente variado. 12/06/2019
 - TP N°4: Dinámica. 26/06/2019.

Actividades expositivas y evaluativas

- Exposición de los trabajos realizados. Puesta en común entre todos los actores involucrados.
- Elaboración de las conclusiones de las experiencias.
- Creación de un video documental-en forma conjunta, con fines didácticos- que será reproducido como en las ediciones anteriores en el acto final de colación de los alumnos de la EEMPA en diciembre de 2019.
- Evaluación de aprendizajes y de la calidad del servicio educativo brindado.

Los estudiantes de la EIS participan en todo el proceso.

En la EIS:

- Diseñan las guías de trabajos prácticos.
- Diseñan los dispositivos a utilizar.
- Fabrican en los talleres dichos dispositivos, con ayuda de los maestros del Taller que corresponda: Carpintería, Herrería, etc.
- Corrigen los TP a la semana siguiente de cada encuentro en la EEMPA (los encuentros con nuestros estudiantes son semanales.). Para realizar la corrección, fijan criterios, y los evalúan en grupos.
- Todo el trabajo se desarrolla bajo nuestra supervisión: somos 7 docentes del Departamento de Física de la EIS.

En la EEMPA:

- Explican cómo se llevará adelante el TP.
- Coordinan en grupos de tres, a grupos de siete adultos.

Los informes individuales de los Trabajos Prácticos presentan una estructura similar a la FIGURA 1.

El Proyecto se enmarca en la necesidad de la EEMPA de abordar la enseñanza de la Física utilizando como estrategia didáctica la realización de TPs de Laboratorio. El establecimiento no cuenta con lugar físico ni materiales.

El docente que dicta la materia desarrolla todos los contenidos pautados, los evalúa con pruebas de lápiz y papel, y luego nosotros en el marco del PEEE vamos a hacer las experiencias de Laboratorio, como complemento de los desarrollos áulicos.

EEMPA N° 1159, MARÍA ECHEVARRÍA – ESCUELA INDUSTRIAL SUPERIOR
“FÍSICA DE BOLSILLO: UN LABORATORIO A MEDIDA”

Nombre y apellido: Curso: Fecha:/...../.....

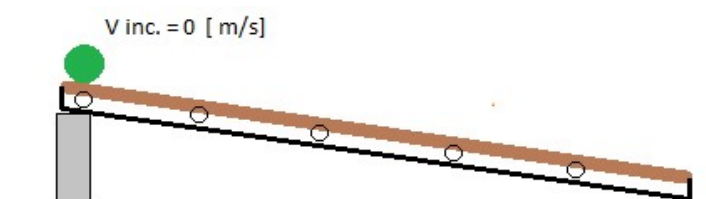
Trabajo Práctico N°:
Tema: Cinemática

Objetivo: Verificar experimentalmente las características del **movimiento rectilíneo uniformemente variado**.

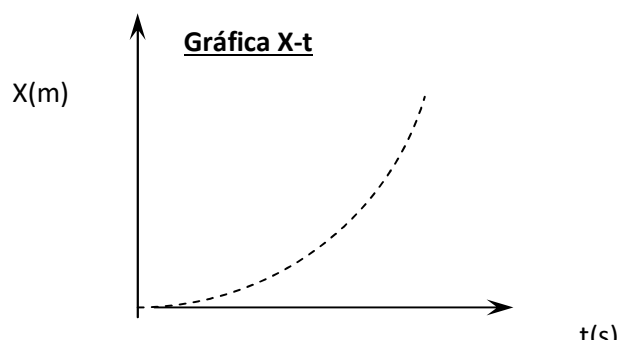
Introducción: Sabemos que la cinemática estudia los diferentes tipos de movimientos. Uno de ellos es el uniformemente acelerado y será necesario que lo conozcamos no solo teóricamente sino también en la realidad. En esta parte del trabajo práctico se analizará el **MRUV**.

Materiales:

Riel, Móvil, Cronómetro.


Técnica operatoria: Coloca el dispositivo como indica el croquis y dejando deslizar el móvil, mide los tiempos que demora en recorrer: 0, 50, 100, cm, etc. Haz una tabla de valores de: Distancias recorridas y tiempos empleados, dejando una columna para consignar los cuadrados de los tiempos medidos. Con los valores obtenidos, construye una gráfica **posición-tiempo** y otra velocidad-tiempo (obteniendo una velocidad como tangente de la curva $x-t$), y la gráfica aceleración-tiempo.

$x(\text{cm})$	$t(\text{s})$
0	
50	
.....	


 Calcula en el primero de los gráficos la velocidad para el instante $t = \dots (\text{s})$.

Cuestionario: a) Analizando las gráficas obtenidas: Un cuerpo que se mueve en MRUV, siempre recorre distancias iguales para iguales intervalos de tiempo. V o F. b) ¿Que significa una aceleración negativa en el MRUV?

FIGURA1. Trabajo práctico de MRUV.



FIGURA 2: Docentes planteando el TP de MRUV



FIGURA 3. Alumnos de la EEMPA tomando tiempos del movimiento en el riel, en MRUV.



FIGURA 4. Docentes y alumnos de las 2 instituciones trabajando.



FIGURA 5. Alumnos de la EIS trabajando con grupos de estudiantes de la EEMPA.



FIGURA 6. Dispositivo de 2 velocidades (malacate) diseñado por alumnos de la EIS.



FIGURA 7. Espacio de trabajo en la EEMPA donde se hicieron todos los TP.

III. VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

El trabajo llevado adelante por docentes y estudiantes de la EIS potenció la calidad de los vínculos docente/alumno/a del Departamento de Física. El proyecto se llevó a cabo durante 2012, 2015 y 2016. Este año, el nuevo desafío fue que a los dispositivos empleados los diseñaran los/as estudiantes de la EIS (malacates, rieles, poleas, etc.) con el plus de que al finalizar cada TP, se los entregamos a los directivos de la EEMPA, para que comiencen a conformar su propio Laboratorio de Física. La tarea colaborativa en la cual alumnos/as se implicaron, los llevó a profundizar sus conocimientos teóricos y también a pensar estrategias de enseñanza y de aprendizaje para poner en juego al momento de los encuentros en la EEMPA: encuentros con el saber compartido entre adolescentes y adultos.

Las preguntas e incertidumbres del comienzo, fueron abriendo posibilidades y descubriendo la potencia de cada encuentro. De esta manera se trabajó en un ambiente de confianza, de responsabilidad, de compromiso con la tarea. Creemos que la experiencia puede replicarse en otros niveles educativos realizando los ajustes y adecuaciones que fueren pertinentes. Para 2020, será un desafío, desarrollar este proyecto en otras EEMPA con las que hemos comenzado a dialogar.

REFERENCIAS

- Bruner, J. (1986). *Realidad mental y mundos posibles. Los actos de imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona: Gedisa.
- Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del Actor-Red*. Buenos Aires: Manantial.
- Rafaghelli, M. (2017). *Integración, docencia y extensión 2: otra forma de enseñar y de aprender*. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Sacristán, J.G. y Pérez Gómez, A.I (1998). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.



Fortalecimiento de prácticas experimentales en ciencias naturales: experiencia de extensión universidad y escuela rural

María Viviana Nieva¹, Guillermo Noblasco Leguizamón¹, María Luz del Valle Quiroga¹

¹Facultad Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. Belgrano 300. Catamarca.

E-mail: viviananieva2004@yahoo.com.ar

Resumen

La presente ponencia tiene como objeto socializar las prácticas educativas desarrolladas por docentes y estudiantes que formaron parte del proyecto de extensión Puntos Extensivos, aprobado y subsidiado por la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). El proyecto se enmarca en el área temática *educación y apoyo escolar* y durante su ejecución se establecieron vínculos e intercambios de trabajo en el área Ciencias Naturales con el objetivo de fortalecer estrategias didácticas experimentales en situaciones contextualizadas y próximas a la realidad del medio sociocultural. Formaron parte del mismo, docentes y alumnos de las carreras de profesorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la UNCA y la comunidad educativa de escuelas rurales de nivel primario del Departamento Capayán - Catamarca. Los instrumentos de seguimiento y evaluación fueron la entrevista grupal y encuesta de opinión. Los resultados muestran que las acciones de articulación, capacitación y transferencia se cumplieron ampliamente. Esto fue posible debido a una gran cantidad de factores como son: la predisposición, trabajo activo y comprometido de la comunidad educativa toda y de los integrantes del grupo extensionista.

Palabras clave: Proyecto de extensión, Ciencias naturales, Enseñanza primaria, Escuela rural.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto *Fortaleciendo vínculos e intercambios de experiencias de enseñanza y de aprendizaje en Ciencias Naturales* forma parte de la propuesta aprobada y subsidiada en el año 2018 en la convocatoria de *Proyectos Puntos Extensivos* de la UNCA. Los objetivos del proyecto son: a) promover acciones sistemáticas de articulación que fortalezcan vínculos entre la FACEN y escuelas rurales que potencien la enseñanza de las ciencias naturales atendiendo las necesidades, particularidades y los contextos reales de las ocasiones de enseñanza, es decir, su situacionalidad y los vínculos que allí se establecen, entre los que se pretenden enseñar y los supuestos sujetos del aprendizaje y b) Impulsar instancias de capacitación y experiencias áulicas en materia de extensión destinada a docentes, no docentes, alumnos, miembros de las instituciones escolares rurales.

Contexto

Formaron parte del proyecto la comunidad escolar de los establecimientos educativos primarios de escuelas rurales del Departamento Capayán: Escuela N° 29 de la localidad de Nueva Coneta y Escuela N° 32 de la localidad Colonia del Valle, junto a docentes y estudiantes universitarios de la FACEN-UNCA.

La comunidad educativa estuvo conformada por un total de 140 alumnos y 10 docentes del segundo ciclo del nivel primario. Las escuelas pertenecen a la educación pública estatal, modalidad rural de ciclo común, jornada extendida y completa respectivamente. Por su parte el grupo de investigación

de la FACEN-UNCA estuvo conformado por seis docentes y ocho estudiantes de las carreras de profesorado de Física, Química y Biología.

Problemática abordada en el proyecto y estrategias de intervención

Los resultados de la Prueba Aprender 2017 por provincias para la educación primaria, muestran que la provincia de Catamarca posee unos de los desempeños más bajos de rendimientos en Ciencias Naturales con un porcentaje promedio del 57,7% para los niveles avanzado y satisfactorio, por debajo del promedio nacional de 67,5%. Los resultados de las capacidades evaluadas muestran la necesidad de fortalecer entre otros, la comprensión de datos específicos presentados en distintos formatos, la identificación y comprensión de conceptos y el análisis y resolución de situaciones problemáticas y experimentales propias de las disciplinas científicas (Duro, 2017). En este sentido el rol que juega la exploración y la experimentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en este nivel, constituye un eje de trabajo fundamental para abordar esta problemática (Beri, 2016).

El proyecto incluyó distintas fases de ejecución, con encuentros que posibilitaron el fortalecimiento y transferencia de prácticas educativas, la vinculación institucional entre espacios de formación de formadores y escuelas de nivel primario en contextos rurales.

II. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS

En el transcurso de los doce meses en que se desarrolló el proyecto se realizaron actividades que involucraron a todos los actores que formaron parte del mismo. A continuación se detallan las actividades realizadas.

Grupo de investigación

- **Planificación de tareas:** reuniones de trabajo semanales que incluyeron **a)** organización de competencias de trabajo en el aula, en el laboratorio y en entornos naturales, **b)** evaluación de destrezas más conveniente en el área que permitan optimizar las competencias puestas en juego, **c)** confección de cuadernillos de actividades para docentes, alumnos, tutores, **d)** Implementación de la propuesta en el aula y **e)** autoevaluación de las prácticas.

Comunidad educativa de las escuelas

-**Articulación y capacitación docente** en talleres presenciales y periódicos, en donde se compartieron las experiencias realizadas en el aula por el grupo de docentes de cada escuela. La articulación permitió diagnosticar aspectos importantes y deficitarios en el proceso de enseñanza y aprendizaje en este contexto. En base a ello, se trabajó posteriormente en la capacitación con propuestas concretas de innovación pedagógicas didácticas que fortalezcan las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales. Uno de los pilares de la capacitación fue la planificación de tareas de fortalecimiento en el desarrollo de capacidades fundamentales en los estudiantes como: la observación, la búsqueda de explicaciones, la formulación de preguntas, la predicción, la curiosidad, el análisis, el registro de información, y el trabajo colaborativo. Otro de los pilares fue la de promover, en los docentes, el diseño de actividades según un enfoque interdisciplinario y no fragmentado de los contenidos de cada disciplina que conforman el área.

-**Implementación de las propuestas diseñadas:** se llevaron a cabo en los establecimientos escolares en donde participaron docentes y estudiantes del grupo de investigación y las escuelas primarias (Figura 1). La modalidad de trabajo fue el aula taller, con técnica grupal. Cada grupo estuvo guiado por el docente del grado e integrantes del grupo de investigación. Las instancias de trabajo desarrollados por los alumnos de la clase fueron:

- a) Socialización de ideas en un clima de confianza, que facilitó escribir y describir lo que saben.
- b) Indagación de aquellos aspectos que desconocían o que estaban menos familiarizados.
- c) Exploración e interacción en el grupo que ayudó a la formulación de predicciones, manipulación de los materiales para la experimentación, realización de observaciones, comprobación de sus predicciones, y la puesta en común.
- d) Reorganización de ideas a través de la reflexión, en la que compararon sus predicciones con lo observado en el experimento, con las anotaciones y con los gráficos realizados. También se realizó la

lectura con el material diseñado y entregado en la clase. Ésta última actividad les permitió la triangulación con los conocimientos de las instancias a), b) y c).

e) Organización, síntesis e integración de lo aprendido utilizando diversas formas de presentación (dibujos, resúmenes, mapas conceptuales).



FIGURA 1.Estudiantes de las escuelas N° 29 y 32 en jornadas de trabajo en el laboratorio y en espacios al aire libre

III. IMPACTO DEL PROYECTO

Se evaluó el grado de impacto del proyecto en los distintos contextos:

Grado de impacto del proyecto en la comunidad

La misión social de la universidad en la escuela se materializó a través de acciones que promovieron mejoras en el ámbito metodológico y pedagógico en las ciencias naturales. Esto se reflejó en lo que manifestaron los docentes en la encuesta de opinión acerca de la evaluación general de los talleres. Los aspectos que se tuvo en cuenta son:

- a) **Dinámica general aplicada:** los docentes expresaron que la dinámica de las actividades ejecutadas fueron fluidas, lo que permitió que los alumnos además de participar en las experiencias pudieran consultar dudas o interés que les surgiera. El trabajo grupal, permitió compartir experiencias, aportando cada uno su impresión, lo que facilitó la concreción de actividades de manera individual, manteniendo en todo momento la motivación de los estudiantes en general.
- b) **Nivel de satisfacción con la actividad** (incluyeron sus impresiones y análisis personal, en lo que respecta a los objetivos de aprendizaje que se proponían para la clase, indicando en qué medida dichos objetivos se cumplimentaron y por qué): en respuesta a este indicador los docentes expresaron: a) *La adquisición del conocimiento mediante la experimentación directa y en algunos alumnos la elaboración de conceptos, ha permitido, poner énfasis en la oralidad y la expresión en cada encuentro,* b) *Los objetivos planteados, que eran principalmente, la experimentación y la observación directa del contenido o actividad preparada, se cumplieron ampliamente,* c) *Los talleres fueron muy positivos. Lograron reunir y cumplir con las expectativas de aprendizaje donde los alumnos se vieron muy interesados en los distintos temas presentados. Para ellos fue algo novedoso.*
- c) **Replica de las actividades realizadas en otros grupos de estudiantes del mismo nivel:** Los docentes en todos los casos expresaron que sí, y amplían su respuesta indicando que ellos es factible debido a: *que están acordes al nivel, capacidades y limitaciones de los alumnos y la posibilidad que cada uno de ellos cuente con el material de soporte facilitó su participación, la claridad y dinámica de las actividades, la importancia que instituciones como la que ustedes representan estén presentes en las aulas de las escuelas más alejadas del radio urbano, pueden aplicarse fácilmente con otros grupos ya que la escuela cuenta con los instrumentos necesarios para llevar a cabo diferentes actividades relacionadas con la experimentación.*

Grado de impacto del proyecto en actividades de investigación de la Facultad

Las diferentes actividades realizadas permitieron la presentación de resultados de trabajos en eventos científicos como: Primer Congreso de Extensión de la UNCA y Semana de Puertas Abiertas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCA. También se invitó al director del proyecto y dos estudiantes extensionistas a participar en la Jornada de Evaluación de la UNCA en la entrevista de Evaluación Institucional Externa de la UNCA en el área Extensión con Evaluadores de la CONEAU, para exponer las experiencias en proyectos de extensión. Se completa la experiencia de trabajo con la publicación Libro *Explorando las Ciencias Naturales* (en prensa) por el servicio editorial de la Secretaría de Extensión de la UNCA.

Grado de impacto del proyecto en actividades de formación de grado en la Facultad

Los estudiantes extensionistas pertenecen a carreras de profesorado en donde la práctica radica en la formación de futuros formadores y como tal, la participación en proyectos de extensión involucran actividades que se inscriben en una lógica de lo colectivo, de la convicción y en la creencia de que se pertenece a una comunidad que es mucho más amplia que las fronteras que impone la universidad.

III. APRECIACIONES FINALES

Los resultados muestran que las acciones de articulación, capacitación y transferencia se cumplieron ampliamente y sin dificultad. Esto fue posible debido a una gran cantidad de factores como son: la predisposición, trabajo activo y comprometido de la comunidad educativa toda y de los integrantes del grupo extensionista. También es importante resaltar la importancia de dar continuidad a esta tarea para ampliar el impacto del proyecto a otros espacios educativos.

REFERENCIAS

Beri, C.; coord. (2016) *Las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria. Documento Marco para la institucionalización del enfoque de enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Argentina. http://abc.gob.ar/primaria/sites/default/files/documentos/las_ciencias_naturales_en_la_escuela_primaria.pdf Visitado el 11/09/2017.

Ministerio de Educación (2017). *Aprender. Informe resultados* Duro, E.; Bonelli, S. Coordinadores *Catamarca*. Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_catamarca_primaria_2017.pdf Visitado el 11/06/2017.



Óptica Geométrica y Óptica Física: sentar las bases para una mejor formación del Técnico Universitario en Óptica y Contactología (UBA)

Lidia Piehl, Eduardo Abeledo, Florencia Bovone, Lourdes Calatayoud, Stella Marinaro, Judith Montenegro Brusotti.

Área Óptica. Cátedra de Física. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires, Junín 956, C.A.B.A., Buenos Aires.

E-mail: lpiehl@ffyb.uba.ar

Resumen

En el presente relato se describe la reformulación en el dictado de dos asignaturas -Óptica Geométrica y Óptica Física- correspondientes a la Tecnicatura Universitaria en Óptica y Contactología de la Universidad de Buenos Aires. Se muestra la actualización realizada con la integración de los contenidos en un campus virtual, la implementación de bibliografía, el uso de TICs, experiencias mostrativas y autoevaluaciones. Por último, se analizan brevemente los resultados de las encuestas realizadas al finalizar la cursada.

Palabras clave: Óptica; TICs; Material didáctico; Experiencias mostrativas; Encuestas.

I. INTRODUCCIÓN

Esta experiencia se desarrolla en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires para dos asignaturas pertenecientes al primer año de la Tecnicatura Universitaria en Óptica y Contactología, y se inicia cuando el Profesor Titular de la Cátedra de Física pide colaboración para dichas asignaturas, encargándole la tarea de supervisión de las clases teóricas a una Profesora Adjunta del Área Física (Farmacéutica, Bioquímica, Doctora, Docente Autorizada de la UBA y con mucha antigüedad y experiencia en esta cátedra). Esta profesora comienza observando el dictado de las clases teóricas, evalúa el material didáctico existente y el material disponible para los trabajos prácticos y su estado, comienza a conocer la organización de las asignaturas y a los docentes auxiliares con sus fortalezas y debilidades. El estado de situación que encuentra es el siguiente: un dictado muy tradicional de la asignatura, totalmente a cargo de los auxiliares docentes -todos con dedicación parcial-, clases teóricas no obligatorias dadas con la utilización solo de tiza y pizarrón, guías de trabajos prácticos que encuentra similares a las de hace más de 30 años, guías de problemas con gran cantidad de ejercicios similares, bibliografía inexistente y un campus virtual que contenía un par de apuntes breves sobre temas que no estaban en dichas guías y servía para enviar a los estudiantes alguna que otra información. Es ahí que decide, a pesar de no estar aún oficialmente a cargo, implementar importantes cambios. Al crearse una vacante por licencia de una docente auxiliar, se suma en ese momento una Jefa de Trabajos Prácticos (Óptica Técnica especialista en Lentes de Contacto) de las asignaturas Lentes de Contacto I y II, y un cuatrimestre más tarde, una Jefa de Trabajos Prácticos (Farmacéutica) del Área Física; ambas con amplia experiencia y antigüedad en la cátedra. Esta última, al poco tiempo ocupará un cargo de Profesora Adjunta.

II. DESARROLLO

Comenzando a mediados del año 2016 y continuando en el año 2017, se trabaja en una nueva organización de las asignaturas a través de un cronograma general que incluye bloques por temas, define contenidos y actividades para cada clase y cada trabajo práctico; las clases teóricas pasan a ser seminarios de asistencia obligatoria e integrados a los correspondientes trabajos prácticos; se selecciona bibliografía para cada tema: los capítulos correspondientes a los temas de óptica de un libro de texto (Wilson y col., 2007) se utilizan como bibliografía básica para temas como naturaleza de la luz, reflexión y refracción de la luz, espejos, lentes, prismas, polarización, interferencia y difracción; se diseña nuevo material didáctico y guías de problemas en formato digital, se crean presentaciones en formato Power-Point para los seminarios; se mejora el material disponible (lámparas, pantallas, filtros, etc.) para las clases de trabajos prácticos y se diseñan e incorporan otras experiencias, algunas mostrativas y otras grupales; se cambia el enfoque de algunos trabajos prácticos para que estén más orientados hacia los objetivos de la tecnicatura y se elaboran presentaciones en Power-Point de las aplicaciones de cada tema en óptica oftálmica para los seminarios de repaso y cierre de cada bloque; se hace obligatoria la realización y entrega de informes de los trabajos prácticos; todo el material didáctico se incluye en el Campus Virtual de la correspondiente asignatura, donde además se incorporan links a videos educativos y simuladores del correspondiente tema, y autoevaluaciones en los temas que requieren ejercitación.

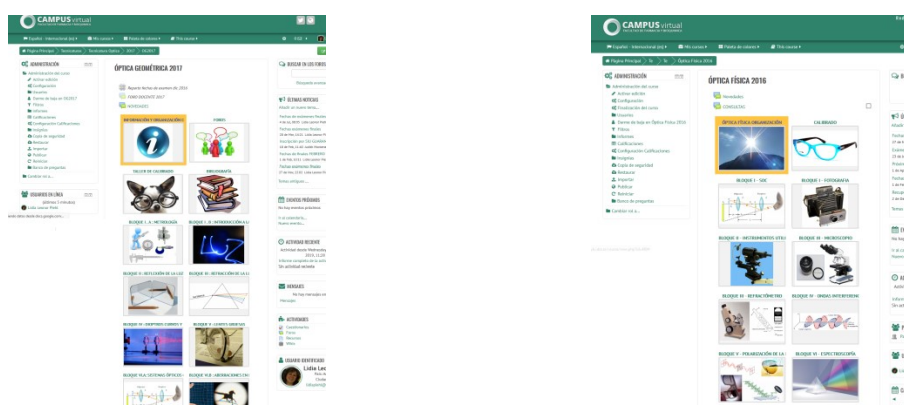


FIGURA 1. A la izquierda campus virtual Óptica Geométrica 2017; a la derecha, campus virtual Óptica Física 2016. Ambos campus continúan a la fecha con algunas modificaciones y ampliaciones.



FIGURA 2. Ejemplos de simuladores para observar cambios en tamaño y posición de la imagen de un objeto al reflejarse la luz en un espejo (izquierda) o refractarse en una lente (derecha). Edumedia-science.

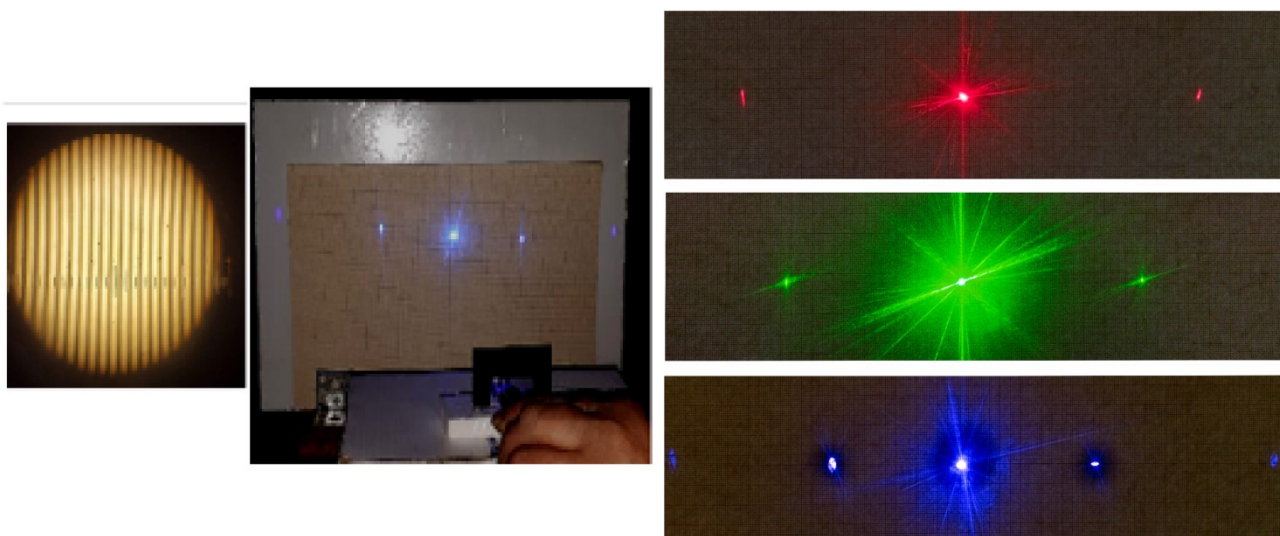


FIGURA 3. Ejemplo de una experiencia mostrativa utilizando una red de difracción realizada en forma “casera” y láseres de distintas longitud de onda. a) Red observada al microscopio, b) experiencia, c) patrones observados.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

El resultado de todos estos cambios se vio reflejado en las respuestas de los estudiantes a la encuesta realizada al finalizar la cursada de Óptica Física, donde en su gran mayoría manifestaron que los seminarios, las clases de ejercitación y las clases integradoras habían sido muy útiles, que los trabajos prácticos habían permitido comprender mejor la teoría, que la utilización de la bibliografía y del campus virtual había sido muy positiva, que se había cumplido con el cronograma y el dictado de todos los temas, que el trato de los docentes había sido muy bueno. Aquellos estudiantes que habían cursado Óptica Geométrica anteriormente y la recursaron con la nueva modalidad manifestaron que ahora sí habían logrado comprender los contenidos disciplinares, que habían sido muy beneficiosos los cambios y que, si bien habían tenido que dedicar mucho tiempo y esfuerzo en el estudio, se sentían contentos de haber aprendido y estar mucho mejor preparados para las asignaturas posteriores.

Por otra parte, las estadísticas mostraron que mejoró la cantidad de estudiantes que aprobaron las asignaturas respecto años anteriores, aunque la exigencia fue mayor.

Es importante recalcar que todos estos cambios fueron realizados a la par del dictado de las asignaturas y con la colaboración y apoyo por parte de los docentes auxiliares, quienes al sentirse involucrados en esta actualización se encuentran muy motivados, agradecidos y entusiasmados, valorando el esfuerzo y el trabajo en equipo.

REFERENCIAS

Wilson, J.D. Buffa, A. J. y Lou, B. (2007). *Física*. London: Person Educacion, 6ta edición.

<https://www.edumedia-sciences.com/es/node/69-espejos-y-lentes> - Consulta: 19/07/2019



Enriqueciendo los problemas ricos en contexto

Julio Ricardo Estefan

Colegio Santísimo Rosario, 25 de Mayo 167, Monteros, Tucumán 6

IES Tañi Viejo, Belgrano 350, Tañi Viejo, Tucumán 7

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT, Av. Independencia 8 1800, Tucumán

E-mail: julioestefan@gmail.com

Resumen

La actividad basada en Problemas Ricos en Contexto (PRC) permite abordar aspectos conceptuales relacionados con los temas de Física involucrados, la indagación y la argumentación, la escritura de informes y la resolución de problemas. Propongo aquí una actividad en grupos pequeños (3 o 4 alumnos) para el estudio de la fuerza de rozamiento apoyada en el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) utilizando Problemas Ricos en Contexto (PRC) y una Guía de preguntas orientadoras. Los profesores que lo deseen pueden aprovechar esta experiencia para elaborar, siguiendo los lineamientos teóricos descriptos y utilizando la bibliografía proporcionada, sus propios PRC, incluso para otras áreas o temas de estudio. En el desarrollo se detalla cada parte de la actividad, incluido el texto del problema utilizado en este caso y las preguntas realizadas en clases, con algunos ejemplos de las respuestas y conclusiones de los estudiantes.

I. INTRODUCCIÓN

Esta experiencia fue realizada con alumnos del Colegio Santísimo Rosario de la ciudad de Monteros (Tucumán), mientras estudiábamos el concepto de fuerza de rozamiento, incluido en el programa como parte de las “formas de degradación de la energía”, atendiendo a las finalidades incluidas en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) de la provincia de Tucumán. Fue desarrollada en 80 minutos (dos horas cátedra). El curso tiene 34 alumnos, de entre 15 y 16 años, pertenecientes al 4to año “A”, en la modalidad Ciencias Naturales del ciclo orientado. Específicamente, con esta actividad se busca que los alumnos:

- Comprendan conceptualmente la naturaleza de la fuerza de rozamiento.
- Desarrollen un pensamiento crítico sobre su propio trabajo y el de sus compañeros.
- Aprendan a argumentar científicamente, a indagar y a obtener conclusiones válidas.

La actividad descripta es la última de un grupo de tres actividades sobre fuerza de rozamiento (las otras dos se basan en un experimento para el cálculo del coeficiente de roce en distintas superficies y una actividad mediada por TIC, sobre el mismo tema) y muestra una forma de llevar al aula el enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que consiste, por un lado, en un proceso desarrollado

“(…) en base a grupos pequeños de trabajo, que aprenden de manera colaborativa en la búsqueda de resolver un problema inicial, complejo y retador, planteado por el docente, con el

objetivo de desencadenar el aprendizaje autodirigido de sus alumnos. El rol del profesor se convierte en el de un facilitador del aprendizaje”.(Morales Bueno y Landa Fitzgerald, 2004).

Y por otro lado, pretende que dichos problemas sean:

“(…) abiertos, realistas, multidisciplinarios y resonantes con las experiencias de los estudiantes para permitir su motivación intrínseca [y] que las actividades a resolver por parte de los estudiantes promuevan procesos metacognitivos en contextos de colaboración.”(Ocelli y otros, 2017).

Concretamente, veremos aquí la utilización de Problemas Ricos en Contexto (PRC) los cuales requieren que:

“El enunciado (...) describa una situación aproximadamente real, familiar al alumno en lo posible, o que pueda ser imaginada fácilmente (un viaje espacial u otras situaciones comunes en películas, libros, etc.). Un PRC puede no contener toda la información necesaria (dejando al estudiante que busque dicha información) y sobre todo la pregunta no está a veces realizada de manera directa. Estos problemas son usualmente difíciles de resolver por un solo alumno, de manera que estimulan la labor cooperativa del grupo.”(Benegas y Villegas, 2011).

Al estudiar los trabajos de investigación en didáctica de las ciencias y analizar los relacionados a la utilización de PRC encontré un nexo entre este enfoque y los criterios para el diseño de actividades de aprendizaje a partir de ideas de Jerome Bruner, en especial lo referido a las preguntas que solemos hacer, las cuales deben aportar más información, según este criterio, para que los alumnos:

“describan los procedimientos que utilizan; establezcan relaciones e infieran; fundamenten hipótesis intuitivas; establezcan secuencias de ideas; interpreten nuevas experiencias usando conceptos nuevos o ya conocidos; intercambien ideas y discutan con otros.” (Camilloni y Nespereira, 2004)

Vincular estas investigaciones, que originalmente parecen no relacionarse entre sí, permitirá a cualquier colega, teniendo en cuenta las dificultades “reales” que todo contexto introduce en los problemas, elaborar sus propios PRC a partir de los ejercicios tradicionales de los libros de texto o de la experiencia cotidiana. La experiencia aquí narrada apunta en esa dirección.

II.DESARROLLO

Ésta es una reelaboración del problema original, basada en la investigación de Benegas y Villegas (2011). No quise cambiar demasiado el ámbito propuesto en el problema (las pirámides de Egipto) para respetar la idea original de estos autores, aun cuando esto no es lo más importante. Podríamos sugerir muchas otras situaciones cotidianas, quizá incluso más cercanas a los estudiantes, pero creo que el aspecto lúdico (imaginar ser un asesor del Faraón), puede resultar una manera interesante de plantear actividades. He aquí el problema:

“Para construir las pirámides, los habitantes del antiguo Egipto tuvieron que decidir cuál método de acarrear los bloques de piedra era más eficiente: tirarlos mediante una cuerda o empujarlos. Los bloques eran cubos de aproximadamente 1 metro de lado, de manera que para arrastrarlos los esclavos tenían que tirar de cuerdas que formaban un ángulo $\square$ con la horizontal (hacia arriba), mientras que al empujarlos lo hacían aplicando una fuerza con sus manos, que formaban aproximadamente el mismo ángulo con la horizontal, pero dirigido hacia abajo ($-\square$). Si fueran los asesores científicos del Faraón, ¿cuál método hubieran recomendado en su informe técnico?”.

1. Hagan un dibujo que represente la situación descrita en el problema.
2. Realicen un diagrama de cuerpo libre para esta situación.
3. ¿Existe alguna imagen de la época de los egipcios que muestre una situación similar a la del problema?
4. Elaboren un plan de trabajo e indagación que les permita resolver el problema.
5. ¿Influye de alguna manera la altura de los esclavos que arrastran o tiran de los bloques de piedra?
6. Para disminuir la fuerza de rozamiento, los egipcios humedecían la arena. ¿Qué cantidad de agua creen que deberían utilizar? ¿Es importante este dato?
7. Averigüen si se han realizado ensayos de laboratorio sobre este tema y cuáles fueron sus resultados.
8. ¿Qué opción le recomendarían al Faraón?
9. ¿Cambiarían sus resultados si no hubiera rozamiento? ¿Por qué? Expliquen detalladamente sus respuestas.
10. Escriban un texto argumentativo que convenza al Faraón de que la solución dada por ustedes es la mejor.

Entre las respuestas obtenidas figura la imagen siguiente, que encontraron para responder a la pregunta 3:

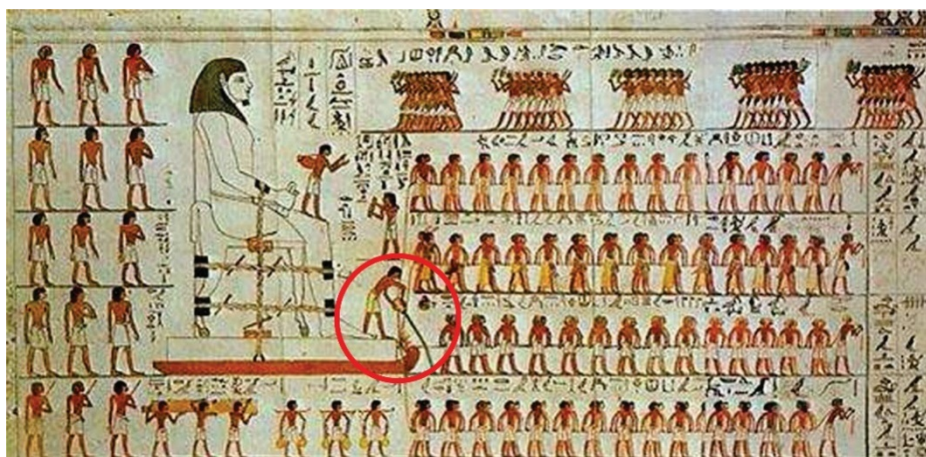


FIGURA 1. Tumba de Djehutihotep: En el círculo rojo se ve a uno de los esclavos vertiendo agua sobre la arena para disminuir la fuerza de rozamiento.

En un artículo de National Geographic los alumnos encontraron los detalles sobre una investigación realizada por un equipo de físicos, liderado por Daniel Bonn, de la Universidad de Ámsterdam, donde se explicaba cómo hicieron los antiguos egipcios para trasladar bloques tan pesados y construir las pirámides.

Un grupo de alumnos concluyó: “Recomendaría usar la forma a) “tirando del bloque con una cuerda”, porque la forma b) “empujando el bloque”, tiene una fuerza Normal mayor, por lo que la fuerza de rozamiento es mayor que en a)”. Otro grupo dijo: “El método de la cuerda sería más eficiente porque cada habitante podría arrastrar más de un bloque, mientras que empujarlos limita a que se mueva un bloque por persona”. Vemos aquí, a diferencia de la respuesta anterior, la falta de comprensión del problema en sí y que, a pesar de la guía de preguntas, la respuesta espontánea se impone sobre lo que se les sugiere realizar. Otra respuesta fue: “Si hubiera sido el asesor del Faraón hubiera recomendado el método de tirar de las cuerdas ya que sería más fácil y si, por algún motivo, soltara las cuerdas no le ocurriría nada”. Notamos una preocupación mayor por la salud del trabajador (o esclavo) que por justificar correctamente su recomendación, basado en las leyes de la Física.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Desde un punto de vista pedagógico, considero que la actividad propuesta fue exitosa. La mayoría de los alumnos se involucraron en la investigación e hicieron sus recomendaciones justificándolas apropiadamente (“tirar es mejor que empujar”), argumentaron siguiendo un razonamiento lógico, armaron un informe completo, pudieron leer sobre un trabajo científico real y verificar que ellos realizaron pasos similares. La evaluación se realizó a través de una rúbrica (o matriz de valoración) previamente entregada a cada grupo.

Los Problemas Ricos en Contextos (PRC) nos ayudan a convertirnos en “facilitadores del aprendizaje”, como sugieren los autores citados. Invito a otros profesores a plantear la realización de nuevas actividades o unidades didácticas con Problemas Ricos en Contexto (PRC). La bibliografía les permitirá seguir las pautas para su redacción y ampliar los conceptos que acá no puedo desarrollar. Mi experiencia pretende ser sólo un humilde ejemplo.

REFERENCIAS

- Benegas, J. C. y Villegas, M. (2011). “Influencia del texto y del contexto en la Resolución de Problemas de Física”. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 5, No. 1, pp. 217-224.
- Morales Bueno, P. y Landa Fitzgerald, V. (2004). “Aprendizaje basado en problemas”. *Theoria*, Vol. 13, pp. 145-157.
- Nespereira, V. y Camilloni A. (2004). “La planificación y la programación en la enseñanza”. Dirección General de Cultura y Educación, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Dirección de Adultos y Formación Profesional, Argentina, pp. 22-23
- Occelli, M., Romano, L. G., Valeiras, N. yGardenal, C. N. (2017). “Un modelo para el aprendizaje de conceptos biotecnológicos a través de la colaboración Virtual (MABV)”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, N° Extra, pp. 1617-1622



La física en acontecimientos: oportunidad, desafío y cuidado en el desarrollo de estrategias didácticas

Manuel Bertoldi¹, Lucas Niell¹, Andrea L. Fourty^{1,2}, Hugo D. Navone^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR)

²Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)

E-mail: manubertoldi@hotmail.com

Resumen

La educación en acontecimientos, tal como se la propone hoy, constituye una oportunidad y un desafío didáctico que vale la pena explorar, puesto que puede ayudar a dar sentido y significado a diversos contenidos. Sin embargo, el trabajo educativo basado en la elección de un acontecimiento también requiere de ciertos cuidados de orden pedagógico. En este relato compartimos, brevemente, nuestras vicisitudes en torno al desarrollo de una estrategia didáctica basada en un acontecimiento de alta carga emocional.

Palabras clave: Educación en acontecimientos; Educación Secundaria; Disposición emocional; Física educativa.

I. INTRODUCCIÓN

Según Pérez Gómez (2017),

“El reto educativo más decisivo será diseñar contextos de vida y aprendizaje que provoquen y faciliten la emergencia de experiencias personales y grupales que potencien la indagación, la búsqueda, el análisis, que propongan desafíos atractivos, que proporcionen guías pero no soluciones... Experiencias que provoquen preguntas, dudas, hipótesis, la observación de evidencias, que estimulen procesos de búsqueda y experimentación de soluciones para problemas reales, que requieran la interacción, la cooperación y el apoyo mutuo, que ayuden a crear comunidad...”

En el diseño de situaciones de aprendizaje es la enseñanza, la que crea y re-crea contextos particulares de vida, experiencias singulares. Brevemente, Contreras Domingo (1994) nos recuerda que la enseñanza es:

“... un intercambio que no queda sometido al azar, sino que se presenta regulado, orientado por uno de los elementos personales del aula, el profesor, que a su vez está traduciendo y adaptando el currículum, el cual no es sino la expresión programada de la intencionalidad. Pues bien, esta intencionalidad es siempre, expresada de un modo u otro, una propuesta de aprendizaje, esto es, una propuesta de comunicación que busca determinadas repercusiones en el pensamiento y en la acción de los alumnos.”

En realidad, quizás “enseñaje”, sea un término más adecuado para no separar ambos procesos – enseñanza y aprendizaje–; constructo propuesto por Enrique Pichon-Rivière y Pablo Freire para

describir la alternancia dialéctica que se desarrolla entre docentes y alumnos, en lugar de asumir la instalación unidireccional de relaciones de poder (Tejero Coni, 2015). Y, en el centro de este proceso, emerge “lo pedagógico” y “lo didáctico”; pero, ¿cómo diferenciarlos para hacernos conscientes de su presencia y actuar en consecuencia? Silvia Morelli (2016) nos aclara el panorama contándonos que “lo didáctico” sucede cuando nos ocupamos de promover el diálogo entre estudiantes y contenido; mientras que “lo pedagógico” emerge en el vínculo que se establece entre profesores y alumnos en el proceso de transmisión de la cultura.

Ahora bien, en este entrevero de interrelaciones, también surge hoy en el campo educativo la noción de “acontecimiento” y de “educación en acontecimientos”. Al respecto, Maurizio Lazzarato (2006) nos dice:

“El acontecimiento muestra lo que una época tiene de intolerable, pero también hace emerger nuevas posibilidades de vida. Esta nueva distribución de los posibles y de los deseos abre a su vez un proceso de experimentación y de creación. Hay que experimentar lo que implica la mutación de la subjetividad y crear los agenciamientos, dispositivos e instituciones que sean capaces de desplegar estas nuevas posibilidades de vida...”

Para nosotros, un acontecimiento se materializa, justamente, en la intersección entre el “enseñaje”, “lo didáctico” y “lo pedagógico”, contextualizando y situando los contenidos de una dada disciplina, otorgándoles significado y sentido, problematizándolos. Se establece, entonces, una oportunidad y un desafío educativo, cuyo abordaje requiere de cuidados. Ahora bien, todo esto resulta ser muy interesante, no hay dudas al respecto, pero... ¿cómo implementarlo en una clase de Física de nuestro secundario actual, contando con un tiempo asignado de 40 minutos y atendiendo a 25 estudiantes? Más aún, ¿cómo lograr algo de esto en una práctica de Residencia? A continuación, relatamos una breve experiencia al respecto, con la esperanza puesta en compartir algo nuevo.

II. ACONTECIMIENTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Un acontecimiento de repercusión nacional, que nos conmocionó y nos dejó angustiadamente estupefactos; el impacto emocional de las noticias como representaciones discursivas mediadoras de lo acontecido, y de lo que acontece; así comienza este relato de experiencia. A mediados de noviembre de 2017, el ARA San Juan, un submarino con 44 tripulantes a bordo perteneciente a la Armada Argentina, que se dirigía desde Ushuaia hacia Mar del Plata, desaparece en el Mar Argentino a la altura del Golfo San Jorge. Las operaciones de búsqueda y rescate se desarrollaron durante quince días y participaron 18 países sin obtener resultados. A fines del año siguiente, la empresa *OceanInfinity*, contratada por el gobierno argentino para realizar una segunda búsqueda, encuentra sus restos a 907 metros de profundidad, muy cerca del punto de desaparición (ARA San Juan, 2019).

La práctica de enseñanza en el contexto de Residencia del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario estaba pautada para realizarse en la asignatura Física Aplicada, del tercer año de un colegio secundario de la ciudad de Rosario. El tema a desarrollar era “presión en un fluido” y habían transcurrido pocos días luego del hallazgo del ARA San Juan; la asociación fue inmediata. A partir de reiteradas búsquedas encontramos una noticia en Infobae (2018) que nos serviría para abordar la temática desde el acontecimiento, y así lo hicimos. Muchas eran las posibilidades, pero nos centramos en proponer la lectura de la noticia seleccionada, el diálogo grupal en torno a ella y la elaboración de interrogantes-problema. Focalizamos nuestra atención sobre el párrafo que se muestra en Figura 1 y sobre él propusimos calcular la presión en la zona en donde fue encontrado el submarino, comparar con lo establecido en la nota de diario y dialogar sobre lo que este valor de presión representa. Dado el poco tiempo disponible, la cantidad de estudiantes y las características del aula de trabajo, los grupos se conformaron auto-organizándose por cercanía en torno a una calculadora. La lectura de la nota generó muchos interrogantes, la resolución de la situación-problema se hizo en colaboración hacia el interior de los grupos y entre grupos, en un clima cordial

pero de preocupación respetuosa. Además, se percibía mucha seriedad en el tratamiento de la temática. Nosotros habíamos decidido no leer toda la nota, evitar los pasajes más dramáticos y “trabajarla” sin ponerlos en situación, pero evitando que se transforme en un mero ejercicio de Física. Finalmente, propusimos calcular la fuerza total de presión que sufriría un buzo a esa profundidad, corriendo el foco de atención hacia elementos “externos” a la situación. Los estudiantes, con la intervención del practicante, estimaron la superficie corporal de un buzo, calcularon el valor de la fuerza total de presión que sufriría y, para significar al resultado obtenido, lo transformaron en el peso equivalente de un conjunto de autos.

“Lo que yo entiendo, luego de hablar con los técnicos de la empresa (OceanInfinity), es que es físicamente imposible rescatarlo; no es una cuestión de costos, es una cuestión matemática”, señaló, y agregó: “Por ejemplo, la grúa de este buque levanta 230 toneladas, el submarino pesa 2000 toneladas de acero; a eso hay que sumarle el agua que está adentro, las 90 atmósferas de presión por estar a 900 metros de profundidad... El cálculo matemático es 20 mil toneladas para poder sacarlo, estamos lejos de la posibilidad física”.

FIGURA 1. Fragmento de una nota del diario Infobae de la edición del día 19 de noviembre de 2018 (Infobae, 2018).

Así, de esta manera, consideramos que el “enseñaje” le dio entrada a lo didáctico y, con nuestra atención puesta en el cuidado que todo vínculo pedagógico exige, los contenidos dialogaron significativamente con los participantes; todo esto mediado por un acontecimiento.

III. BREVE REFLEXIÓN FINAL

Una práctica de residencia, en 40 minutos y con 25 estudiantes, un acontecimiento, la relación didáctica y el cuidado pedagógico que exige su tratamiento en el trabajo con adolescentes cuando la carga emocional puesta en juego es alta. Consideramos que el valor de compartir esta experiencia reside en evidenciar todo esto.

REFERENCIAS

- ARA San Juan (2019). [https://es.wikipedia.org/wiki/ARA_San_Juan_\(S-42\)](https://es.wikipedia.org/wiki/ARA_San_Juan_(S-42)) visitado el 25/6/2019.
- Contreras Domingo, J. (1994). *Enseñanza, currículum y profesorado*. Madrid: Akal.
- Infobae (2018). Luis Tagliapietra: "Es física y matemáticamente imposible hacer reflotar al submarino", <https://www.infobae.com/politica/2018/11/19/luis-tagliapietra-es-fisica-y-matematicamente-imposible-hacer-reflotar-al-submarino/> visitado el 24/6/2019.
- Lazzarato, M. (2006). *Políticas del acontecimiento*. Buenos Aires: Tinta Limón.
- Morelli, S. (2016). Recuperando la enseñanza. En Morelli, S. (Coord.), *Núcleos interdisciplinarios de contenidos, NIC: la educación en acontecimientos*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Pérez Gómez, A.I. (2017). *Pedagogías para tiempos de perplejidad: de la información a la sabiduría*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Tejero Coni, G. (2015). Aspectos histórico-antropológicos de la sexualidad. En Bach, A.M. (coord.), *Para una didáctica con perspectiva de género*. Buenos Aires: Miño y Dávila.



Un relato a tres voces: brevariario de emociones en una primera experiencia de residencia en el ciclo inicial universitario

Nair Sarquis¹, Lucas Niell¹, Andrea L. Fourty^{1,2}, Hugo D. Navone^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR)

²Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)

E-mail: sarquisnm@gmail.com

Resumen

En esta comunicación se presenta el relato de una primera experiencia de práctica de la enseñanza desarrollada en el marco de la unidad curricular Residencia de la carrera de Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario. La práctica se desarrolló en una asignatura del ciclo inicial universitario y la narración de la experiencia se realiza a tres voces tratando de compartir los singulares registros emocionales de la practicante, del equipo de Residencia y del docente co-formador.

Palabras clave: Residencia; Práctica de la Enseñanza; Educación Universitaria; Física Educativa.

I. INTRODUCCIÓN

En la experiencia que aquí relatamos tratamos de compartir algunos aspectos de la dimensión emocional que intervienen en “el antes”, en “el durante” y en “el después” de una primera intervención docente realizada por una practicante como parte de su práctica de Residencia de la carrera de Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario. La intervención se realizó en la asignatura Física II del ciclo inicial universitario de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la misma universidad.

El relato de esta experiencia está fuertemente motivado por la necesidad de identificar y tomar conciencia acerca de las diversas dimensiones que atraviesan la iniciación en la práctica de la enseñanza, de dar cuenta de su complejidad y de todo aquello que está puesto en juego a la hora de intervenir por primera vez asumiendo un rol para el cual la practicante se está formando. Desde este lugar, destacamos que este tránsito no sólo involucra el desarrollo de observaciones no participantes, el diseño de secuencias didácticas para un dado grupo-clase, su adecuada puesta en práctica y su posterior evaluación. Junto a todo esto toma particular relevancia la disposición emocional de la practicante frente a esta experiencia singular y un adecuado acompañamiento del equipo de Residencia, así como la contención y apoyo del docente co-formador.

Al respecto, Miguel Ángel Santos Guerra (2017) destaca lo siguiente:

“Cuando el constructivismo plantea los requisitos necesarios para que se produzca un aprendizaje significativo y relevante dice que el conocimiento debe tener lógica interna (estructura, coherencia y sentido) y lógica externa (conexión con los saberes previos del aprendiz). Y añade, como requisito básico, el hecho de que exista una disposición emocional favorable al aprendizaje.”

Desde este contexto de análisis, el propósito que nos animó a escribir este relato de experiencia fue tratar de identificar y hacer explícitas dimensiones y cuestiones que subyacen en este tránsito y que, por pasar desapercibidas, pueden tornarse en obstáculos difíciles de salvar, dejando huellas emocionales que luego es necesario reparar, ya que pueden afectar los procesos de construcción y de sustento vocacional que se encuentran en permanente desarrollo.

Al respecto, Jorge Larrosa (2009a) nos advierte que la experiencia supone

“... algo que me pasa a mí. No que pasa ante mí, sino a mí, es decir, en mí. La experiencia supone, ya lo he dicho, un acontecimiento exterior a mí. Pero el lugar de la experiencia soy yo. Es en mí (o en mis palabras, o en mis ideas, o en mis representaciones, o en mis sentimientos, o en mis proyectos, o en mis intenciones, o en mi saber, o en mi poder, o en mi voluntad) donde se da la experiencia, donde la experiencia tiene lugar.”

Por lo tanto, si bien se hace la experiencia de algo yendo al encuentro con un acontecimiento, fundamentalmente se hace la experiencia de la propia transformación. El acontecimiento nos afecta, tiene efecto en lo que somos y en lo que pensamos, en lo que sabemos y queremos, y el resultado de la experiencia es nuestra propia transformación, es decir, la transformación del sujeto de la experiencia (Larrosa, 2009a).

II. REGISTRO A TRES VOCES

Primera voz... Como estudiante de Residencia, espacio curricular del último año del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario, era necesario atravesar la experiencia de diagramar y desarrollar una clase en la universidad. Luego de analizar distintas opciones con el equipo docente de Residencia, evaluamos la posibilidad de trabajar en la asignatura Física II del ciclo inicial universitario de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Así comencé con mis observaciones en las clases de teoría, práctica y talleres. Las clases se desarrollaban en un anfiteatro, en donde se acomodaban unxs 90 estudiantes en bancos unidos en fila y en pendiente bajando hacia el pizarrón. Todo esto dificultaba la comunicación, el trabajo en equipo y la circulación; yo sentía que se establecía una marcada diferencia entre docentes y estudiantes, y eso me preocupó mucho. Noté que la participación de lxs estudiantes en las clases de teoría era escasa; pero que ésta se diluía aún más en las clases de práctica. Todo esto me decepcionaba en cierta forma, porque era algo a tener en cuenta a la hora de comenzar mi planificación para luego realizar mi intervención. Ante esta situación, me sentía insegura y condicionada. Sin embargo, a medida que avanzaban las clases, en las horas de práctica lxs estudiantes consultaban sus dudas conmigo, noté que me veían como una docente más, y esto me hizo sentir integrada.

Así, comencé a trabajar en mi intervención. En mi primer ensayo de clase en Residencia no me sentía segura, no me creía capaz de poder desarrollar una clase ante tanta cantidad de alumnxs; el miedo ante preguntas imprevistas surgía de manera recurrente y alarmante, ante el olvido de ciertas cosas, ante el tono utilizado de voz y mi letra en el pizarrón. Todos estos miedos e inquietudes me llevaban a pensar que tal vez esta profesión que había elegido no era la deseada. Mi propuesta estaba basada

en la participación de lxs estudiantes, y esto me generó ciertas dudas, ya que las experiencias como observadora no me habían demostrado que eso funcionaría. Sin embargo, confié en que una clase de este estilo sería la más conveniente para lxs estudiantes, para captar su atención y así lograr su implicación en el tema. Tenía que resolver dos ejercicios de práctica: en el primero se abordaba la transferencia de calor por conducción en una ventana con un vidrio y en el segundo, en una de doble vidrio con una capa de aire que los separaba. En la práctica, los datos de ambos ejercicios eran diferentes, se trataba de dos configuraciones estructurales y térmicas distintas, resultando dos enunciados independientes, anulando toda posibilidad de comparación y de problematización. Viendo esto, los reformulé para poder trabajarlos articuladamente, y esta idea simple me gustó.

Llegué al salón nerviosa, ansiosa y a la expectativa de ver cómo se desarrollaría la clase. La presentación que realizó el profesor frente a lxs estudiantes sobre mi intervención hizo que me sintiera, nuevamente, una más del equipo; comencé de a poquito a perder los miedos. Pasé al pizarrón, saludé a lxs estudiantes y comencé la clase con una serie de preguntas sobre las distintas formas de transmisión de calor, utilizando ejemplos de la vida cotidiana para guiarlxs y para que pongan en juego lo visto en teoría. A medida que anotaba las fórmulas en el pizarrón, fui haciendo preguntas sobre qué significaba cada término y de qué dependía. Lxs estudiantes respondieron a mis preguntas; noté que la mayoría participaba y no sólo lxs que lo hacían de manera habitual. Estaban atentos mientras explicaba. Los docentes también participaban haciendo comentarios sobre los ejemplos que yo exponía. Mis miedos poco a poco desaparecían y comenzaba a sentir seguridad, capacidad y satisfacción. Sentía que lxs estudiantes querían ayudarme con mi exposición, y supongo que presentían que yo confiaba en ellxs, en sus palabras, en sus conocimientos; tal vez fue este el motivo, ahora que lo pienso, por el cual se comportaban de manera inhabitual. Desarrollé los problemas, me corrigieron de manera cómplice un error que cometí, y sentí que me había conectado con ellxs y conmigo. Finalmente, recordando la información vista en teoría, propuse un debate acerca de las recomendaciones que me darían como futurxsingenierxs para la construcción de una vivienda en una zona de temperaturas extremas. Pienso que el hecho de situarlxs en ese rol para compartir e intercambiar ideas hizo que se sintieran escuchadxs, y creo que le dio lugar al error de una manera constructiva y no evaluativa, haciendo que lxs estudiantes “se animen” con mayor seguridad a participar. Noté que se sintieron involucradxs y comprometidxs con mi trabajo, ayudándome a que pudiera desarrollar todo lo previsto, respetando mis tiempos y espacios. Al finalizar mi exposición, para mi sorpresa, todxs me aplaudieron y logré sentirme en mi mejor momento. Todo salió mejor de lo que esperaba, las dudas sobre mi futuro como docente parecían haberse disipado, sentí que realmente me gustaba lo que hacía, me di cuenta que lo disfruté mientras lo estaba haciendo.

Segunda voz... “Co-formador”, nunca pensé que de buenas a primeras me encontraría desempeñando ese papel, pero ya en situación, traté de hacerlo de la mejor manera posible. Releí algunos textos usados en mi Residencia porque me preocupaba cometer errores y omitir aspectos de la tarea por no poder dimensionar toda su complejidad. Gradualmente, fui logrando estar más seguro y, también, atento a las necesidades de la practicante. Mi principal preocupación era que no se sintiera segura con los temas que le habían tocado, así que me dispuse a ayudarla. Me comentó algunas de sus ideas, y yo traté de no influir demasiado en su planificación. Durante el desarrollo de su clase la noté clara y segura. Me sorprendió verla más tranquila allí que en los ensayos. Enseguida me di cuenta de que se sentía muy cómoda. El aula la escuchaba, sin murmullos. De hecho, el curso participaba de la clase, respondiendo e interviniendo cuando la practicante les interpelaba. El docente a cargo de la práctica contribuía con comentarios reforzando lo que planteaba la practicante y esto me pareció muy bueno, le estaba haciendo lugar, la estaba incorporando como par frente a los estudiantes. Cuando finalizó, me acerqué a la practicante, se veía contenta y la felicité. ¡Yo también estaba contento!

Tercera voz... Desde el equipo de Residencia, la propuesta y planificación de la primera experiencia de intervención docente es todo un desafío y pensamos que siempre lo será. En cada ocasión revive en nosotros la propia experiencia, se transita por inseguridades y miedos no olvidados y, quizás, no

tan reflexionados. La experiencia importa, por supuesto, ayuda, pero las emociones están allí, a flor de piel, y pensamos que esto, de alguna manera, también se transmite y hay que trabajarlo. La idea de relatar esta experiencia surgió cuando le solicitamos a la practicante que nos cuente sus emociones en “el antes”, en “el durante” y en “el después” de lo realizado. Esto, para nosotrxs, resultó ser algo inesperado... En “el antes” surgieron preocupaciones y miedos como “mostrar inseguridad mirando mucho el papel” o “el uso del pizarrón doble”; en “el durante” se disiparon las preocupaciones al notar que: “hicieron silencio y esto me tranquilizó” o “me corrigieron un error y sentí que buscaron la manera de hacerlo amablemente”, y en “el después” el placer de descubrirse en la tarea elegida: “me sentí útil y segura”, “siempre me pregunté si esto es lo que me gusta hacer y me di cuenta que sí”, entre otras tantas cuestiones de orden emocional. Es en este momento que la practicante, el equipo de Residencia y el docente co-formador toman conciencia de que las vocaciones se encuentran siempre en construcción y que una vivencia frustrante puede hacer que todo se transforme en una experiencia muy negativa y difícil de revertir. Rememorar y relatar la experiencia, reflexionar una y otra vez sobre lo sucedido, nos permite ver aquello que en un primer momento quedó velado, advirtiéndonos de la gran carga emocional puesta en juego y haciéndonos conscientes de la importancia que adquiere el cuidado y el acompañamiento en esta etapa.

III. CONCLUSIONES

En cada uno de nosotros el registro emocional está presente en la construcción de nuestros conocimientos, en el “enseñaje” comprometido en el que nos sumergimos en cada encuentro, en cada clase, en cada libro. Su no registro, su pasaje irreflexivo, su extirpación por ser “irracional”, sobre todo en contextos en donde impera la razón instrumental, nos deteriora como seres humanos y nos aísla del otro, de los otros y de nosotros mismos. Apelar al lenguaje narrativo para recuperar los ecos de la experiencia vivida, para dar cuenta de nuestras propias transformaciones, es quizás, una herramienta fundamental en la tarea docente y en la vida misma. Es por ello que en este relato tratamos de

“... explorar formas de escritura que nos pongan en contacto con el mundo, con la educación, con lo que nos pasa. Escribir es una de las formas que tenemos para estar atentos al mundo y a lo que nos pasa. Escribir forma parte de una tentativa para ser parte del mundo de una forma más reflexiva, más consciente, más plena, más intensa. Escribir forma parte de ese esfuerzo, nunca garantizado, por estar presentes en lo que nos pasa.”(Larrosa, 2009b).

Es en este sentido, entonces, que recurrimos a la elaboración de un relato a tres voces, compartiendo los registros reflexivos que cada uno de los participantes extrajo de sus propias observaciones. Las tres voces confluyen y nos sugieren, cada una a su manera, que en todo acontecimiento educativo, la red de afectos que se construye se basa en un registro emocional que logra ser compartido. Quizás, sea esto lo que nos enseña “la experiencia” de escribir “este relato de experiencia”.

REFERENCIAS

- Larrosa, J. (2009a). Experiencia y alteridad en educación. En Skliar, C. y Larrosa, J. (comp.), *Experiencia y alteridad en educación*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Larrosa, J. (2009b). Palabras para una educación otra. En Skliar, C. y Larrosa, J. (comp.), *Experiencia y alteridad en educación*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Santos Guerra, M.A. (2017). *Evaluar con el corazón: De los ríos de las teorías al mar de la práctica*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.



Aprender a centrar la enseñanza en el estudiante: el caso de una docente universitaria en formación

Enrique Andrés Coleoni^{1,2}

¹Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Medina Allende s/n, Ciudad Universitaria, CP:X5000HUA Córdoba, Argentina.

²Instituto de Física Enrique Gaviola – CONICET-FAMAF. Av. Medina Allende s/n, Ciudad Universitaria, CP:X5000HUA Córdoba, Argentina.

E-mail: enrique.coleoni@unc.edu.ar

Resumen

El caso que se describe muestra una experiencia de formación docente universitaria en la cual una docente en formación, María, muestra indicios claros de estar cambiando su concepción de enseñanza como una tarea en la cual el docente provee explicaciones correctas a una en la cual se convierte en gestora de los saberes de quienes aprenden. El programa de formación del cual participó consistió en un acompañamiento durante un cuatrimestre en el cual ella estaba inserta en un equipo docente. Como parte de ese acompañamiento se realizaron tareas de escritura reflexiva, de análisis de problemas instruccionales de física y de actividades en las cuales los docentes en formación vivenciaban situaciones de aprendizaje comparables a las que enfrentan los estudiantes de grado.

Palabras clave: Enseñanza centrada en el estudiante; Formación docente

I. EL CONTEXTO DE TRABAJO

Esta experiencia tuvo lugar en el marco de un programa de formación de docentes universitarios. Los participantes son en su mayoría estudiantes de la carrera de Doctorado en Física (FAMAF-UNC). Rompe con una tradición según la cual el título de Licenciatura en Física² ha sido el único requisito para acceder a los primeros escalafones de la carrera docente. Consiste en dos módulos, de un cuatrimestre cada uno. El primero de ellos, es un curso en modalidad de taller en el cual se problematizan los saberes experienciales de los participantes (típicamente entre 20 y 30) en relación con la tarea de enseñar. Los contenidos que se abordan, abarcan desde ideas constructivistas sobre el conocimiento (Leonard et. al. 2002), el aprendizaje de conceptos en Física mediado por la resolución de problemas (Levrini y di Sessa, 2008; Buteler y Coleoni, 2016) hasta aspectos de las interacciones socio-discursivas en situaciones de aula (Scott et. al. 2006).

El segundo de los módulos es el escenario concreto de la experiencia que aquí se relata. Se trata de un *trayecto de práctica supervisada*. Los participantes forman parte del equipo docente de una asignatura de Física³. Al tiempo que realizan sus tareas docentes, el grupo de 2 o 3 participantes del programa cuenta con asesoramiento de un tutor para llevar a la práctica alguna actividad innovadora respecto a las prácticas tradicionales. Si bien los participantes han aprobado el taller del primer

² Esto no es exclusivo de las carreras de Física, pero es la carrera que aquí nos concierne.

³ Estas asignaturas forman parte de la currícula de las Carreras de Licenciatura en Matemática, Astronomía o Física, o bien del Profesorado en Física de la FAMAF.

módulo, el contexto real de dar clases en una asignatura concreta, con un grupo concreto de estudiantes, con el condicionante de unas prácticas docentes establecidas por años de uso en la institución, hacen que cuestionar ciertos supuestos implícitos sea una tarea nada trivial. Esta experiencia se relata desde mi lugar de tutor de este módulo.

Lo que pretendo relatar es cómo una de las participantes del programa logró, durante el trayecto de prácticas supervisadas, avanzar en un camino de cambio en su concepción de la tarea docente. María (pseudónimo), fue mudando su postura de qué significaba ser docente de clases prácticas. En el comienzo del cuatrimestre su postura se correspondía fuertemente con la de un experto que provee explicaciones correctas (enseñanza centrada en el contenido); hacia el final del cuatrimestre, fue posible advertir cómo entendía su función de docente como la de articular de manera coherente diferentes tareas: conjeturar sobre el conocimiento previo de los estudiantes, entender sus razonamientos, plantear preguntas orientadas por los objetivos de enseñanza y ser gestora de la dinámica discursiva dentro de la cual los estudiantes aprenden unos en interacción con otros. Esto se corresponde con una concepción de enseñanza comúnmente denominada “centrada en el estudiante”

II. LAS TAREAS DESARROLLADAS

Como tutor de las prácticas supervisadas me planteé el objetivo general de poner en cuestión una concepción implícita de la enseñanza. Según ésta, la principal tarea de un docente es la de *proveer explicaciones correctas y exhaustivas*. Mi objetivo era cuestionar esa concepción implícita y construir, a partir de experiencias concretas, y de un análisis reflexivo, la idea de que un docente puede abordar su trabajo, de manera más integral abarcando distintas metas: definir objetivos, anticipar ideas previas de los estudiantes, elaborar actividades que las recuperen, planificar y gestionar actividades que permitan a los estudiantes construir sobre ellas saberes más próximos a los normativamente correctos.

Planteé el trabajo de Práctica Supervisada en encuentros presenciales cada dos semanas, y entregas semanales de tareas escritas. Las actividades realizadas, tanto presenciales como compartidas por correo electrónico, incluyeron:

- . Relatos narrativos de las propias actividades, dentro y fuera de los cursos. Elegí incorporar el trabajo escrito no sólo para no saturar la agenda de los participantes⁴, sino además para aprovechar las ventajas que ofrece el reporte escrito. Los tiempos y la disposición que requiere la escritura favorecen la reflexión e interpretación pedagógica de las propias experiencias en el aula. Así, la escritura narrativa se convierte en una experiencia de formación horizontal de los docentes (Mengo y Tenaglia, 2015).
- . Desmenuzar problemas “típicos”. Un problema elegido por cada uno de los participantes era expuesto en la reunión, y los demás hacíamos preguntas poniéndonos en el lugar de un estudiante. Esta actividad permite evidenciar la variedad y complejidad de los razonamientos que hacemos ante un problema nuevo, al tiempo que revaloriza la pregunta por sobre la explicación
- . Vivenciar el lugar del estudiante. Articuladas con la actividad del punto anterior, yo planteaba una consigna en la cual un sistema físico es puesto a consideración, y sobre la predicción de su comportamiento se ofrecen opciones múltiples que se corresponden con razonamientos plausibles, aunque no compatibles entre sí. Este tipo de actividad pone a los participantes en el mismo lugar en el que se encuentran los estudiantes cuando intentan entender un problema nuevo, y permite explicitar el valor, para quien aprende, de considerar, contrastar y comparar las propias ideas por encima de la provisión de soluciones correctas. También permitió mostrar, de

⁴Utilizo el término “participantes” para los docentes en formación, y “estudiantes” para los alumnos a cargo de ellos.

manera explícita, una estrategia de abordaje contrapuesta a la explicación: yo me ocupaba de gestionar el comienzo de la discusión, y también de entender TODAS las líneas de razonamiento que ellos ponían a consideración de sus pares. En el análisis al final de la actividad, ellos siempre marcaban que habían percibido cómo yo me ocupaba de conocer los detalles de sus razonamientos y cómo me abstenía de dar “respuestas correctas”. Reflexionaban al final que esto les había permitido encontrar aristas del análisis físico que no habían podido discutir si yo hubiese provisto una explicación “correcta”.

III. VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Encuentro que hay dos indicadores significativos del valor de esta experiencia. En primer lugar, María diseñó y gestionó una actividad alrededor de un problema abierto (sobre el concepto de Empuje). Llevó a cabo esta actividad fuera del aula. Convocó a sus estudiantes del curso y 5 de ellos asistieron. La actividad fue registrada en video y ella hizo un análisis sobre la experiencia incorporando ese registro. La actividad misma es un indicador positivo: la actividad distó por mucho de ser una clase expositiva y ella fue una verdadera gestora de las ideas de los estudiantes. El segundo indicador proviene de su narrativa final: (de allí el siguiente texto)

“...Al principio entendía que dar una buena clase era estudiar mucho el tema y poder entender en dónde estaba el nuevo concepto que lxs alumnxs debían aprender. En general, esto me funcionó bastante... / ... Sin embargo, me topé con varixs que presentaban dificultades en comprender algunos temas y muchas veces sentí que no pude ayudarles. Después de haber hecho la clase final pude comprender mejor el planteo...Me llamó la atención el caso de Clara. En la clase, ella no termina de entender cómo pasar del campo de fuerzas (vectorial) a la configuración de presiones (escalar). Al ver esto y convencida de que la iba a poder ayudar intento explicarle algo, sin embargo, no fue así: la duda que ella tenía no era la que yo pensaba que tenía. Después, al ver la grabación, creo que la pude entender. Pero esto fue gracias a que ella tuvo el lugar para poder explicarlo. La presencia de su amigo (Juan) la ayudó a poder desenvolverse mejor. De todos modos, viendo la clase después entendí que en ese momento debía dejar a Clara hablar para que pueda terminar de explicar qué era lo que sabía y cuál era el paso que dejaba de entender.”

Este fragmento resulta significativo, además, porque durante el desarrollo de la actividad María también había decidido cambiar lo planificado en función de la discusión de los estudiantes sobre la correspondencia de las presiones y las fuerzas. Estos son indicadores de que María realizó un desplazamiento desde una concepción de enseñanza centrada en el contenido, a una enseñanza centrada en el estudiante.

REFERENCIAS

Buteler, Laura M. y Coleoni, Enrique A. (2016) Solving problems to learn concepts, how does it happen? Acase for buoyancy. *Physical Review Physics Education Research* 20144, pp.1–12

Leonard, W. J., Gerace, W. J. y Dufresne, R. J. (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*. Vol. 20 N° 3.

Levrini, O. y 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, pp. 1-18.

Mengo, R.I. y Tenaglia, P.R. (2015) La narrativa como herramienta didáctica y de comunicación para la enseñanza de la historia social contemporánea y reciente. *Campos* Vol. 3, N.º 1 pp. 35-50

Scott, P. H., Mortimer, E. F. y Aguiar, O. G. (2006), The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, Vol. 90: 605–631.



Didáctica de la física en situaciones experimentales

Sara Beatriz González¹; Graciela Aleman¹; Azul Castello¹; Jonatan De Luca¹; Fernando Laborde¹; Mauro Jurado¹; Hernán Lucas Palacios¹

¹ISFD N° 95 Mary O'Graham. Calle 51 entre 13 y 14 La Plata. Argentina

E-mail: saritabety@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan los primeros resultados de una investigación sobre competencias cognitivas y específicas manifestadas por alumnos de 3er. año del Profesorado de Física del ISFD N°95 de La Plata, durante la realización de situaciones experimentales en clases de Física Ondulatoria. Se aplica una metodología de investigación bajo el paradigma interpretativo, y su fin formativo radica en analizar logros y obstáculos sobre fenómenos ondulatorios desde la teoría de campos conceptuales (TCC) y la aplicación de nuevas tecnologías de comunicación (TIC); y generar en una segunda etapa, el armado de un portafolio electrónico para compartir entre pares de la comunidad educativa.

Palabras clave: Situaciones experimentales, TCC, TIC, Portafolio electrónico, Formación docente.

I. INTRODUCCIÓN

Los seis alumnos de 3er año del Profesorado de Física del Instituto Superior de Formación Docente N° 95 de La Plata, junto a la docente de la cátedra de Ondas, Óptica Física y Laboratorio, decidieron compartir un elemento para la formación, un portafolio electrónico con situaciones experimentales sobre propiedades ondulatorias. Su análisis desde aspectos didácticos permite valorar la interacción social, el lenguaje y la simbolización científica en el progresivo dominio de un campo conceptual, como así también, detectar competencias cognitivas y específicas puestas en juego para interpretar propiedades de las ondas presentes en diversas experiencias contextualizadas tanto en espacios reales como virtuales. Esto surge a partir de inquietudes y dificultades de los estudiantes del profesorado en llevar al aula las experiencias a realizar y sus respectivos marcos teóricos.

II. DESARROLLO

Objetivos

1. Utilizar situaciones experimentales para estudiar la aplicación de competencias cognitivas y específicas.
2. Elaborar un portafolio electrónico para compartir entre pares y en eventos de formación.

Marco teórico

Para su concreción se considera a la teoría de campos conceptuales de Vergnaud (TCC) (en Moreira, pp. 14 – 16, 2011) como piedra angular de la cognición. Además, se presta atención a los aspectos conceptuales y al análisis de las situaciones experimentales para las cuales los estudiantes de profesorado, explicitan y desarrollan sus esquemas, en la institución formadora o fuera de ella.

El potencial educativo que posee el trabajar con situaciones experimentales durante las clases de Física se manifiesta en las competencias cognitivas y específicas desarrolladas por los estudiantes

(tabla 1). De este modo, se analiza el trabajo experimental como una herramienta didáctica y las limitaciones que presenta como modelo de enseñanza.

Tabla 1. Competencias cognitivas y específicas para ser analizadas en cada grupo y en cada alumno.

Competencias cognitivas			Competencias específicas		
Argumentar	Pensar y razonar	Comunicar	Modelar	Plantear y resolver problemas	Valorar

Metodología

Se utiliza una metodología de investigación enmarcada en el paradigma interpretativo de Husserl.

La metodología implementada tiene como propósito “generar un escenario de discusión y de reelaboración de los conocimientos partiendo de una situación concreta, para alcanzar una amplia visión del tema y de la interconexión de la Física con otros campos del saber”, esto es, una visión transdisciplinar del conocimiento (Morín, 2009).

Secuencia didáctica

Para su implementación se organiza una secuencia didáctica para regular los tiempos de concreción (FIGURA 1).

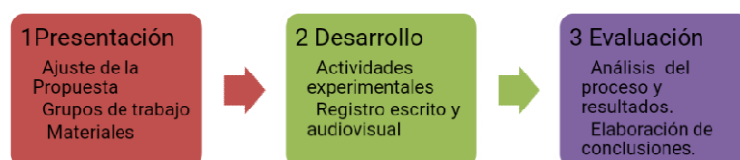


FIGURA 1. Secuencia didáctica implementada.

1.- Debate sobre núcleos temáticos comprometidos en el Diseño Curricular provincial con relación al concepto ONDAS. Armado de un entramado conceptual para ser socializado y encontrar aristas comunes.

Desarrollo de clases teórico – prácticas – experimentales para seleccionar anclajes de tratamiento didáctico (cuatro propiedades de las ondas: reflexión, refracción, interferencia y difracción).

2.- Selección de experiencias para ser desarrolladas y analizadas didácticamente (cuerdas y resortes; formación de imágenes, espectros). Diseño de secuencia de actividades (adaptación de González, S; Maydup, C; Szayner, V; Warakowski, P, 2017).

3.- De los registros, los resultados obtenidos y el análisis del proceso, se genera el portafolio electrónico para compartir académicamente y poder ser presentado como comunicación en algún evento de formación.

Para el armado y la evaluación del portafolio se tendrá en cuenta:

- La estructura.
- La descripción del proceso de cada experiencia y destacando: las observaciones de cada fase; el acompañamiento con imágenes, tablas de registro y gráficos cuando se crea conveniente; las conclusiones arribadas.
- La secuencia de actividades.
- Las conclusiones y obstáculos.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Los resultados alcanzados en nuestra investigación (Tabla 2) nos permiten adelantar algunas interpretaciones del razonamiento que realizan los estudiantes con respecto al tema tratado. En esta etapa, descubrimos que hay una interacción entre el nuevo conocimiento (energía de la onda) y el

conocimiento previo (la onda transporta energía y materia), en consecuencia, se aplican significados anteriores a nuevas situaciones (la relación entre agujeros negros y ondas gravitacionales).

TABLA 2. Resultados (ejemplo de un alumno)

COMPETENCIAS (Puntaje máximo 3)	Siempre	A veces	Necesita orientación	Puntaje
Organización y toma de decisiones			X	1
Destrezas manuales		X		2
Procedimientos y actitudes investigativas		X		2
Comprensión conceptual		X		2
Actitudes sociales	X			3
Gestión de la información	X			3

La experiencia realizada permitió a los protagonistas:

- * Valorar situaciones experimentales como una forma de comprender y organizar didácticamente la enseñanza de las ciencias.
- * Favorezca a la construcción de conocimientos.
- * Adquisición de formas de trabajo científico.
- * Desarrollo de competencias para trabajar en equipo.
- * Establecer relaciones significativas entre las actividades prácticas propuestas y la vida cotidiana.
- * Relacionar el campo específico de la actividad práctica con otros campos de conocimientos.

Otro aspecto relevante es poder obtener un producto de formación que resulte significativo para su futura profesión, como lo es el portafolio electrónico, el cual permitirá a los futuros docentes y docentes en ejercicio contar con una herramienta didáctica innovadora en la era digital (Figura 2).



FIGURA 2. Estudiantes organizando el material de experiencias sobre propiedades de la luz para el armado del portafolio.

REFERENCIAS

González, Sara; Maydup, Carolina; Szayner, Virginia; Warakowski, Patricia (2017). *Invisibilidad, el ver, el hacer y el volver a ver. Enseñar por experimentación e indagación*. I Jornadas de Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, 29 y 30 de agosto de 2017. La Plata. ISSN 2683-6947

http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2019/5/13/1%C2%B0_jornadas_sobre_ensenanza_y_aprendizaje_en_el_nivel_superior_en_ciencias_exactas_y_naturales Visitado 12 de junio de 2019

Moreira, M. (2011). *Aprendizaje significativo, campos conceptuales y pedagogía de la autonomía: implicaciones para la enseñanza*. Rev. Aprendizaje Significativo, Vol. 2 N°1, pp. 44-65. <http://www.if.ufrgs.br/asr>. Visitado 10 de junio de 2019

Morín, E.(2009). *La cabeza bien puesta*. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento. Buenos Aires: Impresiones Sud América.

Vergnaud, G. (2013). *¿Por qué la teoría de los campos conceptuales?* Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development, ISSN 0210-3702, ISSN-e 1578-4129, Vol. 36, N° 2, pp.131-161. Visitado 15 de junio de 2019.



Percepciones de estudiantes de la formación docente sobre estereotipos de género en ciencia

^{1,2} Silvia Lanzillotta, ³ Araceli Billodas

¹ISFDyT N° 24 Bernal, Buenos Aires

²UNQ, Bernal, Buenos Aires

³CN Rafael Hernández, UNLP, La Plata, Buenos Aires

E-mail: sal26267@yahoo.com.ar

Resumen

El aula de Ciencia, entre ellas la de Física, puede constituirse como un espacio que permita poner en discusión las visiones transmitidas por la escuela acerca de la actividad científica, y desde donde se plantee el análisis y la problematización de situaciones que pongan en juego maneras aceptadas de pensar, de actuar y de nombrar. En definitiva, un espacio donde se produzca lo que Freire denomina conciencia crítica, la capacidad de hacer aparente y cuestionar la aceptación inconsciente del mundo y las lógicas que lo rigen.

Palabras clave: Estereotipos de género; formación del profesorado; imagen de científicos

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en los sistemas educativos, tanto a nivel curricular, como desde actitudes que los profesores y las profesoras transmiten diariamente en la práctica de su profesión en relación con el género, tanto de manera consciente como inconsciente (Porro y otros, 2015), persiste la aceptación de una visión androcéntrica de la ciencia, en la forma de creencias distorsionadas y estereotipos en relación con el papel que las mujeres han desempeñado y siguen desempeñando en su desarrollo. Así, se piensa con frecuencia que las mujeres, o bien permanecieron ajenas a la construcción del conocimiento científico a lo largo de la historia, o bien que su incorporación se produjo de manera muy tardía, como resultado de los cambios sociales, culturales, económicos y políticos de los últimos siglos.

Si bien la secuencia de actividades que se presenta fue diseñada para aplicarse en el Nivel Secundario y en el Nivel Terciario, la experiencia se muestra a continuación, fue implementada en el curso introductorio del profesorado de Ciencias Naturales, con orientación en Física, Química y Biología, del ISFD y T N° 24 de Bernal, en los años 2018 y 2019, y participaron alrededor de 100 estudiantes en cada año de los turnos mañana, tarde y vespertino.

La finalidad del trabajo es realizar un aporte al abordaje de la perspectiva de género en el ámbito de la ciencia a través de las percepciones de los y las estudiantes. Para ello, se proponen una serie de actividades con el doble objetivo de indagar acerca de las concepciones sostenidas por los estudiantes de profesorado, y construir criterios de análisis para comprender y problematizar situaciones donde se ponen en juego maneras aceptadas de pensar, de actuar, de nombrar en las que subyace la relación de dominación entre los sexos.

II. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La secuencia consta de dos etapas. Una primera etapa en la que se presentaron fotografías de hombres y mujeres y a partir de las fotografías asignadas al grupo por la docente, los y las estudiantes debían escribir una historia donde describan sus vidas (nombre, edad, a qué se dedica, si tiene o no familia, que pasatiempos tiene, cuáles son sus gustos, etc.).

A partir de la lectura de las historias de vida de los personajes asignados (ANEXO I), debían compararlas con las historias que escribieron sobre ellos y responder:

- a. ¿Qué suposiciones hicieron acerca de las personas que describieron?
- b. ¿De dónde creen que vienen las ideas que utilizaron en la descripción?
- c. ¿Qué evidencia hay que apoye la descripción?

A través de la discusión de las preguntas anteriores, se plantea la definición de estereotipos y como los relacionan con las historias que escribieron.

La segunda etapa, consistió en trabajar sobre las representaciones sobre la actividad científica e imágenes de científicos/as. El insumo para esta parte fue un sondeo realizado en el año 2014 (ANEXO II) a estudiantes ingresantes a la misma carrera, en la misma institución y en la misma instancia, es decir, en el curso introductorio.

La discusión se centró en responder a las preguntas a.; b. y c. de la primera parte

Todas las actividades se resolvieron en forma grupal.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la primera etapa de trabajo, fueron:

- ✓ Fotografías de Mujeres (Anexo I, por razones de espacio, no se incluyen los temas de investigación de las científicas, ni sus biografías)
- ✓ Fotografía 2: **Chien-ShiungWu**, Física china-estadounidense
- ✓ Fotografía 4: **Lise Meitner**, Física Nuclear británica
- ✓ Fotografía 5: **Rosalind Franklin**, Biofísica británica
- ✓ Fotografía 8: **Esther Lederberg**, Microbióloga estadounidense

Los grupos se refirieron a las mujeres como: maestras, escritoras, diseñadoras, ambientalistas, o con profesiones vinculadas al ámbito de la educación o al arte. Cuando se refirieron a medicina, solo en la especialidad pediatría; y cuando se refirieron a científicas, en la especialidad bioquímica.

Es importante destacar que en todos los casos, todos los grupos mencionaron como pasatiempos de todas estas mujeres actividades vinculadas a la ecología, defensa de los animales, ambientalismo o arte.

Fotografías de hombres (Anexo I):

- ✓ Fotografía 1: **Pedro Navia**, Cantante lírico chileno
- ✓ Fotografía 3: **George Escoffier**, Gastrónomo francés
- ✓ Fotografía 6: **Karl Landsteiner**, Patólogo y Biólogo austríaco
- ✓ Fotografía 7: **Carlos García**, maestro laico peruano

Los grupos se refirieron a los hombres como: comerciantes, abogados, médicos, con profesiones vinculadas al ámbito de las finanzas, trabajadores de la construcción, o comerciantes.

Cabe destacar que los grupos mencionaron como pasatiempos de los hombres las carreras de caballos, los juegos de cartas, el golf y viajar alrededor del mundo, y la afición por el fútbol.

Con respecto a la segunda etapa de trabajo, en las caracterizaciones obtenidas acerca del trabajo científico, se observaron los estereotipos clásicos en cuanto a género, edad y etnia y las convenciones instaladas en el imaginario colectivo: hombre, guardapolvo blanco, anteojos y forma desalineada. En todos los casos se lo mostró trabajando solo (Anexo II).

La propuesta de actividades fue altamente valorada por todos los estudiantes. Manifestaron que les permitió poner en juego tanto los estereotipos de género, como los que intervienen cuando se piensa en la actividad científica. Pudieron reconocer que no tomaron en cuenta las posibles aptitudes y/o aspiraciones tanto de los hombres como de las mujeres, en el momento de inventarles una vida.

Finalmente discutieron acerca de la importancia de no considerar que puedan existir rasgos innatos en algunos grupos sociales, que predeterminan las expectativas que se tiene sobre ellos.

En cuanto a la valoración por parte de las docentes, creemos que fue muy productiva ya que los estudiantes fueron capaces de poner en tela de juicio la imagen socialmente dominante acerca de la actividad científica en lo que a roles de género se refiere, a partir de algunos casos representativos en la historia de la ciencia

REFERENCIAS

Porro, S., Arango, C. y Landaburu, C. (2015). *Aplicación de secuencias didácticas en temas de género en la escuela secundaria: su influencia sobre las opiniones de los y las estudiantes*. Interacciones. N° 34, pp. 243-265

ANEXO I



1



2



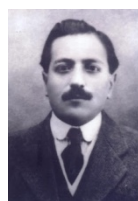
3



4



5



6



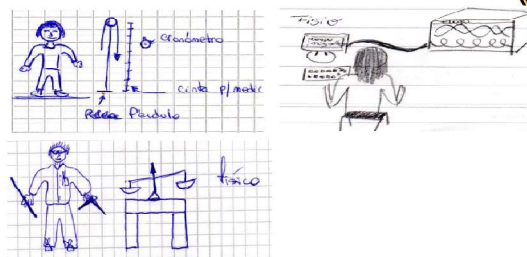
7

ANEXO II

IMAGEN DE CIENTÍFICO



IMAGEN FÍSICO





Educación Sexual Integral, problemáticas de género y prácticas discursivas: nuevos desafíos en Física Educativa

Andrea L. Fourty^{1,2}, Lucas Niell¹, Hugo D. Navone^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR)

²Instituto de Física Rosario (CONICET-UNR)

E-mail: navone@ifir-conicet.gov.ar

Resumen

Independientemente de la disciplina de referencia, la Educación Sexual Integral abordada desde un enfoque de género y de derecho es una tarea que debemos asumir todos los docentes; así lo establece la legislación en vigencia. El trabajo educativo que esto implica en los procesos de formación de educadores en Física constituye todo un desafío y, también, una oportunidad. Sin perder de vista la complejidad de esta problemática, el objetivo de este relato es compartir el diseño de un dispositivo simple destinado a promover el enriquecimiento de nuestras prácticas discursivas en relación a estas temáticas y, también, dar a conocer la experiencia recabada en torno a su puesta en práctica, considerando que el mismo puede ser recreado y adaptado para su aplicación en diversas situaciones educativas. La experiencia se desarrolló en el Taller de Práctica de la Enseñanza I del primer año del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario y se evaluó a partir de las observaciones recabadas por el equipo docente y en base a las reflexiones de los participantes extraídas de sus diarios de taller, así como de otras fuentes de registro.

Palabras clave: ESI; Formación del Profesorado en Física; Práctica de la enseñanza.

I. INTRODUCCIÓN

A partir de la Ley N° 26.150/06, en todos los niveles educativos, y en la formación docente en particular, se establece que es necesario garantizar el derecho a recibir Educación Sexual Integral (ESI). Se trata, para el colectivo docente, de un derecho-deber sobre el que hay que trabajar, problematizando críticamente prácticas discursivas y relaciones de poder.

Al respecto, Graciela Morgade nos advierte:

... la ESI no interpela solamente a los saberes sistemáticos de la formación sino, y tal vez más fuertemente, a los sistemas de valores y creencias docentes y sus experiencias sociales y personal en tanto cuerpos sexuados. (Morgade, 2016)

Por ello, sexo, sexualidad y género son constructos teóricos sobre los cuales resulta imprescindible reflexionar durante la formación docente inicial de educadores en todas las disciplinas. Sexo es una categoría que remite al orden biológico, mientras que sexualidad refiere al sentimiento subjetivo que orienta prácticas en la búsqueda de placer; búsqueda que la cultura ha independizado del hecho reproductivo (Tejero Coni, 2015). Además, puesto que es en la materialidad del cuerpo en donde se inscriben relaciones de poder y de significado, hoy sabemos que sexo, sexualidad y género se hallan totalmente imbricados (Morgade y otros, 2011). El género, de esta manera, emerge como una

categoría de orden social que se establece sobre cuerpos sexuados implica un sistema de relaciones de poder que, si bien incluye al sexo y a la sexualidad, no está directamente determinado por estos aspectos (Tejero Coni, 2015). Es claro, entonces, que aquello que impera y subyace reproduciendo relaciones de poder, controlando subjetividades y posibilidades, se ubica tanto en las “mentes” como en los “cuerpos” y, por lo tanto, se sustancia continuamente en acto mediante *prácticas discursivas* en las que todos estamos inmersos (Morgade, 2009). En este sentido, el colectivo docente es una pieza clave en el desarrollo de políticas educativas y, aunque resulte conocido que históricamente la tendencia ideológica de su trabajo ha girado en torno a establecer certezas, hábitos y, en cierta medida, una visión de la realidad, la experiencia indica que las problemáticas de género y sexualidad promueven situaciones de incerteza y de “no saber” debido a su inherente complejidad y a las diversas maneras posibles de ver una misma situación (Morgade, 2009); generando no pocas resistencias, pero también múltiples desafíos y oportunidades educativas.

Haciendo propio –en “mente y cuerpo”– todo lo expuesto, trabajando al borde de nuestra relativa “incompetencia”, el objetivo de este relato es compartir el diseño de un dispositivo didáctico simple cuyo propósito es promover la reflexión crítica sobre sexualidad y género; así como también, comunicar la experiencia recabada en su implementación a partir de algunas reflexiones de los participantes. A su vez, el objetivo del dispositivo elaborado es promover el enriquecimiento de nuestras *prácticas discursivas* mediante el diálogo grupal motivado por el ingreso de términos y definiciones no comunes y de relativa complejidad que invitan al intercambio de ideas, interpelando saberes previos y concepciones adoptadas en torno a sexualidad y género.

También, compartimos este relato de experiencia con la esperanza de abrir un espacio de diálogo en torno al trabajo educativo sobre estas temáticas y problemáticas; temáticas y problemáticas que hoy deben estar presentes en los procesos de formación docente, en general, y de educadores en Física, en particular.

II. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El abordaje de cuestiones relacionadas con ESI en el contexto de un Profesorado en Física es todo un desafío, puesto que al tratarse de temáticas de carácter transversal necesariamente deben estar presentes en todo el currículum y, muy particularmente, en los trayectos de formación en la práctica docente. Un pequeño primer paso en esta dirección es, justamente, tratar de enriquecer nuestras *prácticas discursivas* incorporando términos que no estamos acostumbrados a utilizar mediante la reflexión crítica y el diálogo grupal. Desde este lugar, tomamos como material de base para el tratamiento discursivo de las problemáticas de género en el ámbito particular de la Física y disciplinas relacionadas a la guía: *“LGBT+ Inclusivity in Physics and Astronomy: A best Practices Guide”* (Ackerman y otros, 2018). Esta guía, además de presentar contenidos generales muy interesantes para abordar las problemáticas de género y sexualidad, posee un glosario de términos y definiciones asociados con estas temáticas. A partir del mismo, se nos ocurrió diseñar un dispositivo muy simple, orientado al trabajo grupal y desarrollado en tono lúdico, con el objetivo de promover amablemente el diálogo y la reflexión sobre estas cuestiones. Para ello, se construyeron dos conjuntos de tarjetas impresas. Uno de ellos, conteniendo una selección de términos extraídos del mencionado glosario, tales como: *cisgender, intersex, asexuality, queer, gender, lesbian, sexual orientation, bisexuality, transgender, heterosexuality, heteronormative, gay, LGBT+, questioning*; y el otro, con las definiciones correspondientes. Se decidió, como opción de diseño, mantener los términos y definiciones en inglés. Puesto que el objetivo del juego es que los participantes logren poner en correspondencia las tarjetas de términos con las de definiciones, las dificultades que ocasiona el trabajo con una lengua que no es la nuestra y con palabras que no son usuales, interpela, incomoda y ayuda a que se generen conversaciones entre todos los jugadores. Conversaciones que, a su vez, pueden ser enriquecidas por el uso de traductores en línea para resolver dudas y aclarar conceptos.

El dispositivo descrito se implementó el día 2 de mayo de 2018, durante el noveno encuentro del Taller de Práctica de la Enseñanza I –unidad curricular de primer año del Profesorado en Física de la Universidad Nacional de Rosario–. El grupo-clase estuvo conformado por 6 estudiantes y 2 docentes. La actividad, de corta duración, se evaluó mediante la observación participante del equipo docente, utilizando un registro libre, sin estructuración previa. También, se valoró la experiencia a partir de la propia voz de los participantes utilizando lo registrado en sus diarios de taller y recurriendo a las opiniones vertidas en otras fuentes de documentales.

La actividad comenzó disponiendo las tarjetas con los términos y las definiciones mezcladas sobre un conjunto de mesas, alrededor de las cuales podían circular todos los participantes y entablar conversaciones. Si bien se destacó que se podían utilizar traductores disponibles en Internet, en nuestros registros consta que este recurso se usó en muy pocas ocasiones, optando por jugar tratando de interpretar las definiciones para ponerlas en relación con los términos. Se observaron muchos intercambios de opiniones, sobre todo en torno a algunos términos que los participantes consideraron como “muy extraños”, tales como: *queer*, *cisgender* y *questioning*, por ejemplo.

Si bien el tiempo planificado para el desarrollo de la actividad estaba estimado en 30 minutos, el juego se extendió a unos 60 minutos debido a la complejidad de los términos y definiciones, y a las dificultades generadas por su interpretación en otra lengua. En nuestras notas esto no consta como un obstáculo para el desarrollo de la actividad, muy por el contrario, consideramos que estas dificultades constituyeron un desafío para los participantes y les animó a participar aún más en el juego. Sin embargo, también registramos la posibilidad de modificar el dispositivo para futuras implementaciones utilizando términos y definiciones en nuestra lengua.

Según consta en nuestras observaciones, durante la experiencia se pudo verificar una comprometida implicación de todos los participantes. También, si bien no se explicitó inicialmente, registramos que la actividad lúdica se transformó naturalmente en un juego cooperativo, puesto que todos colaboraron para el logro de un objetivo en común, aspecto que el equipo docente destacó muy especialmente al finalizar la actividad.

III. VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD Y BREVE REFLEXIÓN FINAL

El análisis de la experiencia realizada a partir del registro de observaciones participantes nos permite concluir que la puesta en práctica del dispositivo didáctico elaborado cumplió con los objetivos planteados inicialmente, puesto que promovió la participación y el diálogo crítico en torno a las temáticas propuestas e involucró a todos los actores en el enriquecimiento de nuestras prácticas discursivas, incluyendo al equipo docente que también intervino en el juego–transitando y asumiendo, muchas veces, el lugar del “no saber” y de la incerteza–. En palabras de uno de los participantes:

Esta actividad produjo debates muy interesantes y mostró cuán diversos somos los seres humanos. En particular, a mí me pareció interesante debatir este tipo de temas porque hasta hace muy poco tiempo eran temas tabú, y hoy en día son temas muy presentes y forman parte de la realidad de todos nosotros, en especial de los docentes.

En relación a nuestra propuesta de utilizar los términos y definiciones en inglés, otro de los participantes registra en su diario de taller:

Se propuso hacerlo con las definiciones en inglés, lo cual me pareció interesante y más desafiante. En particular me gusta el idioma así que también me resultó más entretenido.

En otro de los registros recopilados, una participante analiza la actividad y da cuenta de las dificultades y desafíos que la misma propone:

En la actividad teníamos que unir palabras, conceptos, definiciones, con su significado. Costó un poco porque estaba todo en inglés, pero lo pudimos hacer bien. Nadie estaba bien informado o formado si se quiere, acerca del tema. Fue como una especie de experimentación que dio lugar a debate y también a incorporar nuevos conocimientos en todos creó.

Consideramos que el dispositivo elaborado es muy útil por su simpleza en cuanto a diseño, puesta en práctica y replicabilidad –por supuesto, con oportunas modificaciones–; así como de gran valor educativo por todo lo que pone en juego al promover la reflexión crítica en torno al enriquecimiento de las prácticas discursivas sobre temáticas no habituales en la formación del Profesorado en Física. Prácticas discursivas que se enriquecen con términos, definiciones y posicionamientos que invitan a pensar e incorporar otras existencias que bien pueden no ser las nuestras. En este sentido, el dispositivo permite poner en juego cuestiones éticas vinculadas a las problemáticas de sexualidad y género. Al respecto, y en términos más generales, coincidimos con Meinardi y colaboradores cuando expresan:

La educación sexual integral trae aparejada una transformación de la cultura, la cual no responde simplemente a una modificación cognitiva, sino que implica una modificación en la dimensión ética de las personas. (Meinardi y otros, 2010)

Y, continuando en esta línea de análisis, si bien el dispositivo elaborado no traza relaciones directas con la didáctica específica de nuestra disciplina, utiliza como anclaje una fuente documental que refleja las preocupaciones de orden ético que, en relación a las problemáticas de género, comparten las comunidades discursivas y culturales de físicos y de astrónomos. Preocupaciones que hacemos propias y que se originan, para nosotros, en la necesidad de construir una didáctica que

... no puede ser ajena a un compromiso con el docente concreto ni con los requerimientos de la práctica pedagógica cotidiana. (Steiman y otros, 2005)

En síntesis, consideramos que la práctica docente, la de todos los días, nos exige hoy trabajar educativamente para poder garantizar un derecho-deber en relación a Educación Sexual Integral que debe ser asumido desde la formación inicial del Profesorado en Física. Al respecto, en el diario de taller de otre de les participantes se recaba esto como necesidad y, también, como demanda:

Está siempre presente la discusión de género y me parece que está piola que se charle bastante acerca del tema porque es necesario hacerlo cualquiera sea el ámbito, pero nosotros que vamos a ser “educadores” tenemos que tener formación, argumentos y una postura con respecto al tema.

El relato de experiencia que presentamos y que se desarrolla en torno al dispositivo que hemos diseñado, implementado y evaluado, intenta realizar un pequeño aporte en este sentido.

Finalmente, es importante no perder de vista la naturaleza compleja de las temáticas que se abordan, cuestión que requiere de una particular atención por parte de cualquier equipo docente que desee poner en práctica este dispositivo, adaptándolo a sus circunstancias de trabajo en particular.

REFERENCIAS

Ackerman, N., Atherton, T., Avalani, A., Berven, C., Laskar, T., Neunzert, A., Parno, D. y Ramsey-Musolf, M. (2018). LGBT+ Inclusivity in Physics and Astronomy: A Best Practices Guide. <https://arxiv.org/abs/1804.08406> visitado el 27/7/2019.

Tejero Coni, G. (2015). Aspectos histórico-antropológicos de la sexualidad. En Bach, A.M. (coord.), *Para una didáctica con perspectiva de género*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Meinardi, E., Plaza, M. V. y Chion, A. R. (2010). Educación en ambiente y salud. En Meinardi, E., *Educación en ciencias*. Buenos Aires: Paidós.

Morgade, G. (2009). Educación, relaciones de género y sexualidad: caminos recorridos, nudos resistentes. En Villa, A. (comp.), *Sexualidad, relaciones de género y de generación*. Buenos Aires: Noveduc.

Morgade, G., Baez, J., Zattara, S. y Díaz Villa, G. (2011). Pedagogías, teorías de género y tradiciones en “educación sexual”. En Morgade, G. (comp.), *Toda educación es sexual: hacia una educación sexuada justa*. Buenos Aires: La Crujía.

Morgade, G. (2016). *Educación Sexual Integral con perspectiva de género: La lupa de la ESI en el aula*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.

Steiman, J., Misirlis, G. y Montero, M. (2005). Didáctica general, didácticas específicas y contextos socio-históricos en las aulas de la Argentina. En Fioritti, G. (comp.), *Didácticas específicas: Reflexiones y aportes para la enseñanza*. Buenos Aires: Miño y Dávila.



Una propuesta para trabajar naturaleza de la ciencia en el aula

Michelle Marilyn Alvarez^{1,2}, Ignacio Julio Idoyaga^{1,2}, María Gabriela Lorenzo²

¹Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires, Villa Lugano, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires.

²Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC), Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires.

E-mail: malvarez@etec.uba.ar

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta de actividades secuenciales para trabajar nociones de naturaleza de la ciencia (NOS) en las clases de ciencias naturales. Se presenta un total de cuatro actividades que abordan dos cuestiones fundamentales de la NOS: la imagen de ciencia y de científico. Dos profesoras la pusieron en práctica con 71 alumnos de primer año, durante el inicio del ciclo lectivo 2019. Los resultados si bien son preliminares, indican la potencia de la propuesta en términos de reflexionar en torno a la posibilidad de participación de las mujeres y de personas de diferentes estratos sociales en ciencia y tecnología, y el carácter colaborativo de la actividad científica.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia; Dibujo de investigador; Agenda de investigador; Didáctica de las ciencias naturales.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una propuesta de una serie de cuatro actividades secuenciales que aborda cuestiones vinculadas a la naturaleza de la ciencia (NOS), en particular la imagen de ciencia y de científico. La experiencia se desarrolló en tres cursos de la asignatura Ciencias Naturales correspondiente al primer año de la Escuela Técnica de la Universidad de Buenos Aires. La escuela, ubicada en el cordón sur de la Ciudad de Buenos Aires, atiende a alumnos que residen en los complejos de vivienda social y asentamientos precarios que se encuentran en los alrededores. Su objetivo primario es la inclusión educativa en miras que los jóvenes aprendizajes comunes de calidad independientemente de su origen social.

Son dos las razones que motivaron la incorporación de estas actividades. Por un lado, estudios exploratorios realizados en el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, muestran que los estudiantes reproducen imágenes estereotipadas de científicos (Álvarez y otros, 2018). Lo que podría ser un factor que influya negativamente en el reconocimiento de vocaciones científicas tempranas que pudieran operar como mecanismo de ascenso social. Por otro lado, no es posible lograr una alfabetización científica de calidad si no se incluye la formación de los estudiantes en los aspectos propios de NOS (Adúriz Bravo, 2006).

II. DESARROLLO

Con el objetivo de avanzar en el conocer y tratamiento de la NOS con la que operan los ingresantes,

se diseñó/seleccionó y secuenció las actividades, tomando actividades como la del dibujo de científico (Chambers, 1983) y retrato chino (Farré y Lorenzo, 2018), previamente descriptas en bibliografía y se complementaron con la incorporación de la agenda tal y como se desarrolla en Álvarez y otros (2018) y la actividad de final. Estas últimas incorporaciones fueron discutidas y diseñadas al interior del equipo de investigación para indagar y problematizar los puntos discutidos en la introducción. Posteriormente, dos profesoras pusieron en práctica las cuatro actividades en con 71 alumnos de primer año, durante las primera clases del ciclo lectivo 2019.

Actividad 1: RETRATO CHINO. Para trabajar la imagen de ciencia se realizó la técnica conocida como retrato chino (Farré y Lorenzo, 2018). Se planteó a los estudiantes la siguiente consigna “Si la ciencia fuese un animal, ¿qué animal sería y por qué?” y se les dio 10 minutos para su resolución de manera individual. Esta estrategia permite a través de la analogía con un animal conocido por los estudiantes, invitar a la reflexión sobre su imagen de ciencia. Posteriormente, se realizó una puesta en común y reflexión en plenario, en donde la docente escribió en el pizarrón las ideas de los estudiantes.

Actividad 2: DIBUJO Y AGENDA DE UNA PERSONA QUE HACE CIENCIA. Con el objetivo de conocer la imagen de científico de los estudiantes se propusieron dos tareas de lápiz y papel. Tarea A: Se les entregó a los estudiantes una hoja en blanco y se les planteó el siguiente enunciado: “Dibujar una persona que hace ciencia” (consigna adaptada de la original propuesta por Chambers en 1983). Además, se les pidió que le pongan nombre a esa persona. Esta técnica permite ofrecer a los estudiantes un espacio de expresión a través del dibujo que facilita transparentar ciertas concepciones que tienen en torno a la imagen de científico. En la FIGURA 1.a, puede verse un ejemplo representativo de las ilustraciones de los estudiantes. Tarea B: Se les entregó a los estudiantes una hoja especialmente diseñada con formato de agenda de un día en donde figuraban hora a hora espacios para completar. Se propuso la siguiente consigna: “Esta es una página de la agenda de la persona que dibujaste anteriormente, correspondiente a un día cualquiera de su vida. Escribí cuáles serían las actividades que realiza esa persona a lo largo de su día” (Álvarez y otros, 2018). Este instrumento permite a los alumnos expresarse de manera escrita y detallar qué piensan respecto del tipo y duración de las actividades que realiza la persona dibujada a lo largo del día. Cada estudiante resolvió individualmente la tarea A y una vez entregada al docente, procedió a resolver la tarea B. Los estudiantes dispusieron de 30 minutos para resolver cada tarea. Las docentes realizaron un análisis de los dibujos y agendas y en base a los resultados se diseñaron dos actividades que apuntaban a poner en conflicto las ideas de los estudiantes. Estas actividades se llevaron a cabo en la clase siguiente. En la FIGURA 1.b puede verse un ejemplo representativo de las agendas completadas por los estudiantes.

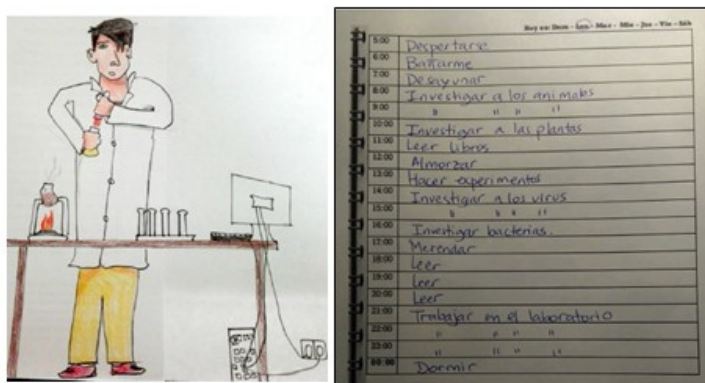


FIGURA 1. a; izquierda) Ejemplo de dibujo representativo de las ilustraciones de los estudiantes. En este caso se trata de un científico varón, con guardapolvo, solo, en un contexto de laboratorio. **1.b; derecha)** Ejemplo representativo de las agendas completadas por los estudiantes. En este caso se observa que la actividad laboral está por encima de los quehaceres domésticos y la vida social. A su vez, trabajar implica investigar diferentes objetos de conocimiento, leer y trabajar en el laboratorio.

Actividad 3: FOTOS Y VIDEOS DE CIENTÍFICOS “REALES” Como la mayoría de los estudiantes dibujó personas de género masculino, con guardapolvo, de tez blanca y trabajando dentro de un laboratorio, se buscaron imágenes de científicos reales que confrontaran a los estereotipos referidos por los estudiantes. De esta manera, se tomaron mujeres, sin guardapolvo, ecólogos, astrofísicos, personas de distintas etnias. Por otro lado, se buscaron imágenes estereotipadas extraídas de google cuando se busca la palabra “científico”. Se presentaron las imágenes mezcladas y se pidió a los estudiantes que seleccionaran cuáles correspondían a personas que intuían hacen ciencia y cuáles no. Los estudiantes eligieron mayoritariamente las imágenes estereotipadas extraídas de google y pocas veces algún científico real.

Posteriormente, se comentó cuáles eran los científicos reales; la docente profundizó cuestiones vinculadas con su origen, su lugar de trabajo, su objeto de estudio y se comentaron las características que no coincidían con el imaginario de los estudiantes. Para poner en tensión las ideas de los estudiantes en torno a las actividades que realiza un científico durante su día, se seleccionaron videos de científicos argentinos, que se dedican a distintas áreas de las ciencias naturales y se pidió a los estudiantes que registren qué actividades desarrollaban durante su día laboral, en qué lugares trabajaban, y con qué objeto de estudio. Finalmente, los estudiantes expusieron sus anotaciones en plenario y luego, se dirigió una reflexión comparando las ideas que ellos habían plasmado la clase anterior con las ideas que se trabajaron en esta última clase.

Actividad 4: CONTRAPONIENDO IDEAS. La actividad final consistió en escribir una noticia en la que informen los datos cuantitativos que dieran cuenta de cuáles eran las ideas previas del curso, y qué reflexiones pudieron llevar a cabo luego de las clases en torno a la imagen de ciencia, de científico y de su actividad laboral.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Esta propuesta, que se encuentra en continua revisión, da cuenta de su potencia para promover la reflexión sobre las representaciones relación a la NOS que operan en clase. En este sentido, el objetivo de las actividades 1 y 2 fue poner de manifiesto las concepciones de los estudiantes. Los instrumentos elegidos resultaron adecuados permitiendo reunir una gran cantidad de información para trabajar. Además, fueron actividades que convocaron a los estudiantes a tomar un rol activo en sus producciones. Son actividades diferentes a las tradicionales que ofrecen diferentes formas de expresión (analogía, dibujos, redacción de una agenda). Las actividades 3 y 4, buscaban poner en conflicto las concepciones y comenzar a trabajarlas. Al leer las producciones de la actividad 4, los temas que más eligieron por los estudiantes para reflexionar fueron: la posibilidad de participación de las mujeres en ciencia, la posibilidad de participación de personas de diferentes estratos sociales en ciencia, y el carácter colaborativo del trabajo científico. Es necesario enriquecer esta propuesta para fortalecer el tratamiento de la imagen de ciencia y avanzar hacia el tratamiento de los demás aspectos de interés que no se evidenciaron en las producciones finales, como, por ejemplo: el tipo de trabajo que realizan los científicos, el estilo de vida, la carrera en sí misma, y las finalidades de la ciencia.

REFERENCIAS

Álvarez, M., La Caria, A., Fuchs, A. e Idoyaga, I. (en prensa). *Imagen de una persona que hace ciencia de estudiantes de Lugano*.

Adúriz-Bravo, A. (2006). La epistemología en la formación de profesores de ciencias, *Revista Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII Nº45, pp. 25-36.

Chambers, D. (1983). Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *ScienceEducation*, Vol. 67 N°2, pp. 255-265.

Farré, A. y Lorenzo, G. (2018) ¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia? En Oddetti, H. *Comunicando la ciencia*, pp. 81-106. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL.



Aparatos científicos antiguos utilizados en la enseñanza moderna

Paloma Moreno¹, Silvia Ávila²

¹Escuela Superior de Comercio "Libertador General San Martín", Balcarce 1240, Rosario, Santa Fe

²Espacio Cultural Universitario de la U.N.R., San Martín 750, Rosario, Santa Fe

E-mail: palomore@yahoo.com.ar

Resumen

Esta presentación pretende compartir una experiencia de trabajo en educación secundaria cuya finalidad es el acercamiento y la enseñanza de las ciencias físicas; a partir de que los estudiantes de la Escuela Superior de Comercio realizaran una exhibición de aparatos antiguos Max Kohl en un espacio museístico universitario. La implementación regular de esta actividad puede ayudar a que los estudiantes consoliden sus conocimientos de física y química como también a motivar su interés por las ciencias.

Palabras clave: Aparatos científicos antiguos; Museo; Multidisciplinario

I. INTRODUCCIÓN

La Escuela Superior de Comercio "Libertador Gral. San Martín" de la Universidad Nacional de Rosario tiene una colección de más de cien aparatos antiguos de física, de principios de siglo XX, en su mayoría fabricados por la empresa Max Kohl. Luego de un largo proceso de recuperación (identificación, restauración y catalogación) pudo llevarse a cabo esta experiencia de educación no formal; consistió en que estudiantes 50 estudiantes de 3° y 4° año de la escuela realizaran una muestra de los aparatos antiguos en el Espacio Cultural de la Universidad Nacional de Rosario.

La muestra sirvió para revalorizar y visibilizar el material didáctico antiguo de laboratorio de física y química que fue parte de un proceso histórico educativo y se encontraba en desuso.

Los estudiantes atravesaron todas las etapas que implica llevar a cabo una exhibición: investigación, diseño, etc. Realizando este proceso tomaron contacto con los aparatos, conocieron su funcionamiento y se motivaron a investigar su historia y evolución tecnológica. La actividad fue atravesada con una mirada multidisciplinaria sosteniendo la idea que los procesos de construcción y apropiación de saberes en ciencias y artes se entrelazan. Trabajando conjuntamente con docentes de letras y artes visuales surgió la idea de vincular la exhibición con la novela "Frankenstein o el moderno Prometeo" de Mary Shelley, publicado en 1818, basado en experimentos que proponía el galvanismo, teorías del físico Luigi Galvani (1737-1798). La historia relata cómo un tal doctor Víctor Frankenstein genera un ser vivo a partir de materia biológica inanimada, gracias a descargas eléctricas. Esta asociación no solo permitió a los estudiantes situar los aparatos científicos en su contexto histórico sino también despertó su curiosidad e interés por las ciencias físicas.

Por ello, queremos compartir esta experiencia educativa que promueve abordajes integradores e interdisciplinarios en el proceso de apropiación de aprendizajes.

“La construcción del conocimiento es un esfuerzo dialógico de colaboración, asociado a propósitos y desafíos que se comparten, por medio de entornos (estructuras mediadoras contextualizadas que organizan la actividad e incluyen elementos del medio físico, social y cultural, con todas sus herramientas y representaciones) y todos sus artefactos, sistemas de apoyos y conjunto de herramientas contextualizadas.” (Litwin, 1997)

II.DESARROLLO

1° Encuentro: se invitó a 120 estudiantes de 3° y 4° año a concurrir a una charla informativa de la actividad. Se llevó a cabo en el laboratorio de la escuela en horario extracurricular. Asistieron 30 estudiantes interesados en participar e inmediatamente tomaron contacto con los aparatos antiguos de física. Experimentaron con la máquina de Wimshurst y sus accesorios: molinillo de aspas giratorias y electroscopio. A partir de la observación de los experimentos, los estudiantes generaron interrogantes e investigaron sobre la historia de la electricidad y su descubrimiento.

2° Encuentro: los estudiantes realizaron la selección de aparatos antiguos para la muestra. Eligieron los vinculados a electricidad, electrostática y magnetismo. También pensaron y conversaron de qué manera atractiva podían realizar el montaje de la muestra para comunicar ciencia y mostrar los equipos de forma original y divertida. Surgió la propuesta de vincularla a la novela de Frankenstein de Mary Shelley y comenzaron a investigar sobre la obra y la vida de la joven autora.

La muestra: en su montaje se instalaron 2 sectores principales.

1° sector: se expusieron materiales de vidrio, porcelana y bronce de laboratorio antiguos de física y química; probetas de vidrio rectas y cónicas, tubos refrigerantes de vidrio y de bronce, balanza de Roberval, marmita de Papín, probeta automática, retortas abiertas y cerradas, matraces, frascos, balones y aparato Max Kohl para determinación del peso molecular de sustancias.

2° sector: en una base central se ubicó la Máquina de Wimshurst y molinillo electrostático. (Figura 1)



FIGURA 1. Estudiantes en la muestra realizando experimentos con la Máquina de Wimshurst.

Sobre un lateral se ubicaron aparatos para que los visitantes de la muestra pudieran realizar experimentos: espejos Ustorios, máquina centrífuga manual con copa de August, disco óptico de Hartl, paradoja del cono doble y tornillo sin fin.

En una plataforma mayor se ubicaron los siguientes aparatos Max Kohl con sus respectivas fichas museológicas explicativas; electros copios, brújula de inclinación, balanza de Coulomb, tubos de Geissler, tubos de Röntgen, tubo de Crookes, conductor ovoide y aparato de Riess (Figura 2).



FIGURA 2. Aparatos científicos Max Kohl exhibidos en el Espacio Cultural Universitario.

III. VALORACIÓN DE LA RIQUEZA DE LA ACTIVIDAD

Se formó exitosamente un espacio integrador de aprendizaje y creación colectiva que permitió el intercambio de ideas y experiencias. Los estudiantes de la escuela experimentaron con los aparatos antiguos de física, investigaron su historia, estudiaron principios y leyes físicas para comprender su funcionamiento; reflexionaron sobre su impacto en nuestra vida cotidiana. También pudieron relacionar conocimientos científicos con otras disciplinas como la literatura, filosofía y las artes plásticas; comprendiendo que los saberes son procesos de construcción colectiva.

Los estudiantes dieron visitas guiadas de la muestra a pares de otras instituciones educativas y público en general, compartiendo sus aprendizajes y reflexiones.

Aunque fue difícil coordinar los encuentros de docentes y estudiantes en horario extra escolar trabajando en distintos grupos logramos recuperar una parte de nuestro patrimonio institucional.

Los visitantes de la muestra tomaron contacto con los instrumentos científicos y por medio de la experimentación pudieron adquirir nuevos aprendizajes científico-tecnológicos.

REFERENCIAS

Kohl, M. (1928). *Catalogue N° 50. Tomo I y II. Appareils de Physique*. Chemnitz: Max Kohl A.G.

Litwin, E. (1997). *Las configuraciones didácticas, una nueva agenda para la enseñanza superior*. Buenos Aires: Paidós.

Shelley, M. (2001). *Frankenstein; or, the Modern Prometheus*. Madrid: Mestas.