

CIECIBA 2017

Compiladores:
Laura Domínguez - Walter Larrosa

II CONGRESO INTERNACIONAL DE
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS

cieciba.litoralnorte.udelar.edu.uy


CENUR
Litoral Norte


FACULTAD DE
CIENCIAS
UBELAR | fci.en.edu.uy


UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY


salto
grande
Argentina-Uruguay

CIECIBA 2017

II CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS

📍 cieciba.litoralnorte.udelar.edu.uy



CIECIBA 2017 - Congreso Internacional de la Enseñanza de las Ciencias Básicas

Compiladores: Laura Domínguez - Walter Larrosa

Diseño y diagramación: Andrés Nogara

ISBN: 978-9974-0-1512-8

En este libro digital se recogen los trabajos presentados en el II Congreso de Enseñanza de las Ciencias Básicas realizado en la ciudad de Salto los días 7, 8 y 9 de setiembre de 2017. Los mismos se presentan ordenados por eje temático.

Índice

Eje 1. La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Aprender y enseñar Zoología desde un enfoque CTS. Helmintos transmitidos por el cerdo, aspectos sanitarios y prácticas alimenticias en el judaísmo. <i>Javier Grilli, Lorena Dávila, Adriana Fernández y Sebastián Gómez</i>	7
Experiencia de Articulación e Integración entre Física y Biología en la Formación Profesional Docente. Hidrodinamia del sistema circulatorio. <i>Diego Conte y Laura Gabriela Mansilla</i>	18
Entrelazando saberes. <i>Diego Conte y Laura Gabriela Mansilla</i>	27
Investigación y producción holográfica como proyecto interdisciplinario. <i>Hugo Minetti</i>	35
El concepto de diferenciabilidad en las funciones reales de variable vectorial. <i>Julio Alejandro Ponce de Leon, Marisa Viviana Romero y Gerardo Diego Moren</i>	45
La enseñanza de las Ciencias Naturales: aportes para la reflexión. <i>Ivanna Verónica Aguirre, Claudia Maria Rohr y Silvana Maria Segui</i>	55
Cambios y más cambios, pero... ¿qué es lo que cambia? Las transformaciones químicas en tercer grado escolar. <i>Juan Pablo Garcia Lerete, Mariangeles Bugani y Angela Escobar</i>	65
Una experiencia de aula basada en indagación guiada: los nutrientes y la digestión. Anabela García, Ivana Núñez, Nicolás Veiga, Marcelo Queirolo, Lucía Otero y Julia Torres	78
Ciclo de Cine y Ciencia en la Universidad. <i>Sebastián Castro, José Luis Di Laccio, Fernando López, María José Benítez, Santiago Peraza, Natalia Bisio, Rosmari Negrín y Nélida Rodríguez</i>	90
Dificultades algebraicas y su influencia en el aprendizaje de función. Una mirada según las dimensiones del conocimiento. <i>Natalia Soledad Benítez, María Julia Bolivar, Gisele Hollisch y Flavia Valeria Alvarez</i>	94

El Planeta Azul desde la perspectiva uruguaya. Una estrategia pedagógica en la enseñanza interdisciplinar de la ciencia.

Fiorella Silveira, Alejandra Gualco, Blanca Viera, Oscar Dourron y Virginia Samsa _____ 106

¿Puede la Física dar respuestas a la complejidad?: el enfoque de preguntas que requieren de experimentación.

Andrea Torales Ugolino y José Luis Di Laccio _____ 115

La transformación geométrica que movilizó al mundo. La Inversión.

Wilsmar Dos Santos, Gabriela Mello y Mary Echeverrigaray _____ 123

El Contexto y las Trayectorias Educativas en el CIO CT RN.

Sonia Hornos, Ana Fasana, José Di Laccio y Erick Bremermann _____ 130

La generación de culturas innovadoras en la Formación Docente en Uruguay: la docencia compartida.

Cristina Banchemo, Claudia Cabrera, Daisy Imbert, Cristina Rebollo, Emy Soubirón y Marta Varela ____ 139

Aprendizaje basado en proyectos: caminos de enseñanzas y aprendizajes.

Robert Alvez y Gustavo Riestra _____ 149

Eje 2. Articulación Secundaria – Universidad en relación a la enseñanza de las ciencias básicas desde una perspectiva interdisciplinaria

El rendimiento de los estudiantes del CIO CT en los cursos de Cálculo 1 y Física 1: Estrategias para potenciar aprendizajes.

Ana Fasana y José Di Laccio _____ 158

ENTRELAZADOS POR CONOCIMIENTOS TRÓFICOS “Una aventura de roles entre la realidad y la simulación, hacia una construcción del conocimiento”.

Guadalupe Villanova y Federico Emanuel Graziani _____ 160

Estudio exploratorio de imágenes conceptuales de los alumnos de la asignatura Matemática 1 del CIO CT sobre el concepto de límite funcional.

Mario Alvarez _____ 166

Eje 3. ¿Cómo despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Autonomía académica, apoyo institucional, motivación y actitudes hacia la enseñanza, compromiso docente y burnout en docentes de Física de nivel terciario en el CETP-UTU.

Andrea Cabot y Alexander Ibarra _____ 175

Tecnólogo en Mecatrónica Industrial. <i>Martín Pomar García, Marcelo Ubal, Carmen Aguirre, Cindy Ortiz, Melody García, Maximiliano Gómez, Cristiano Henrique Shuster y Leonel Paes Furtado</i>	187
Mil colores de la miel... En la búsqueda de promover vocaciones científicas. <i>María Gabriela Tamaño, Julieta Bof, María Cristina Cayetano Arteaga, Rodolfo H Maffioly y Mario Pisonero</i>	197
El fomento de las vocaciones científicas a partir de un paquete de actividades para el primer curso de química de enseñanza media. <i>Fiorella Silveira, María Noel Rodríguez-Ayán y Julia Torres</i>	207
Las ciencias son muy difíciles, no son para mí... Incidencia de la concepción de ciencia y de científico en la elección de carreras terciarias. <i>Cecilia Circerchia, Cecilia Gesuele y Soledad Valiente</i>	217
Primer experiencia de los laboratorios portátiles de RELAB en la enseñanza media Aplicación de técnicas de Biología Molecular. <i>Natalia Larnaudie, Juan Cristina, Virginia Villalba y Pilar Moreno</i>	225
El curso "Universidad y profesiones de la salud" como aporte al proceso de construcción vocacional de los estudiantes del Ciclo Inicial Optativo del Área de la Salud. <i>Zoraima Artía, Sofía Rasnik, Carlos Díaz y Susana Kanovich</i>	232
Eje 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.	
Integración de las materias básicas en las carreras de Ingenierías. Funciones Paramétricas y partículas en movimiento. <i>Diego Jesus Conte, Susana Pintos y Laura Evangelina Navas</i>	240
Buscando el repaso de cálculos básicos de concentración, mediante motivación con nuevas tecnologías y cambios contextuales. <i>Rocío Scarabini, Evelyn Vespa, Jimena Zorrilla y Javier Texeira</i>	252
Determinación de materia orgánica en agua para hormigón: un laboratorio que vincula materias básicas (Química) con materias específicas de Ingeniería civil. <i>María Cecila Roggero</i>	262
Los modelos: entre la Física, los sistemas y la simulación. <i>Mario Rafael H. Chury y José Jorge Penco</i>	268

Recreando a Thales. <i>Julio Alejandro Ponce de Leon, Soledad Evangelina Fellay, María Victoria Moretti, Belén Sofía Reim y Pablo Ezequiel Schlotthauer</i>	279
Análisis de la valoración de los alumnos acerca del uso de un aula virtual como complemento a la clase presencial de Matemática. <i>María Julia Bolívar</i>	286
Programa de Ciencias Básicas en la Universidad Tecnológica: una oportunidad para el aprendizaje. <i>Paula Enciso, Franciso Ashfield, Sofía Horjales, Jorge Gutiérrez, Mariangel Pacheco y Álvaro Pena</i>	296
El trabajo con modelos moleculares en el abordaje de la estereoisomería a nivel de bachillerato de enseñanza secundaria de Uruguay. <i>Enzo Fagúndez</i>	306
La tecnología como mediadora en la educación matemática: una experiencia con ingresantes universitarios. <i>Cristina Mercedes Camós y María Lorena Guglielmone</i>	311
Peer instruction y votaGus: implementación de una nueva metodología de evaluación. <i>Guillermina Gomez, Leonardo Dimieri y Gustavo Gasaneo</i>	323
Actividades experimentales con teléfonos inteligentes en Curso de Física I. <i>Sofía Narbondo, Marcelo Zorrilla y José Luis Di Laccio</i>	331
Desarrollo de polimedias como apoyo al aprendizaje de la Química de estudiantes de primer año de la Facultad de Ciencias-UdelaR. <i>Marcos Couto, Nicole Lecot, Javier Varela, Fernanda García, Virginia López, Mirel Cabrera, Mariana Ingold, Ximena Camacho, Erika Teliz, Fernando Zinola, Pablo Cabral, Victoria Calzada, Valentina González, Mercedes González y Hugo Cerecetto</i>	333
Constructos de la motivación: Física en el bar. <i>José Luis Di Laccio, Aldo Rodríguez y Salvador Gil</i>	346
Una propuesta para “pensar” la modelización matemática en la Educación Secundaria. <i>Marisa Reid y Rosana Botta Gioda</i>	351
Experiencias Áulicas para una Física Integradora. <i>Eugenia Laura Dalibon Bähler, Nancy Elisabet Eggs y Laura Silvia Vaca</i>	362

Aprender y enseñar Zoología desde un enfoque CTS. Helmintos transmitidos por el cerdo, aspectos sanitarios y prácticas alimenticias en el judaísmo.

Javier Grilli Silva^I, Lorena Dávila^{II}, Adriana Fernández Habrán^{III} y Sebastián Gómez Barboza^{IV}

Eje temático

La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

Las experiencias didácticas vividas en formación docente inicial tienen un fuerte impacto en la conformación del perfil profesional del profesor. En estas experiencias se deben ver claramente trabajados los grandes fines en la enseñanza de las ciencias: formar ciudadanos críticos, formar para la participación ciudadana, alfabetizar científicamente. La teniosis por solium, cisticercosis y triquinosis, son parasitosis en los humanos que se adquieren por consumo de carne de cerdo. En la formación inicial de docentes de Biología para la enseñanza media, las especies causantes de las parasitosis se estudian en la asignatura Zoología. Quebrando con el clásico abordaje de temas programáticos siguiendo la lógica de la disciplina, se realizaron en la asignatura trabajos con un enfoque de tipo CTS. Se organizó la conformación de equipos en el grupo clase, uno de los cuales abordó los helmintos parásitos transmitidos al humano por el cerdo. El trabajo incluyó la realización de una investigación bibliográfica, recolección de información en industrias locales que crían cerdo, la producción de una monografía y la presentación del tema a los demás compañeros de clase. Se vio el vínculo existente entre la práctica religiosa judía y la ausencia en dicha comunidad de parasitosis por helmintos que se transmiten con el consumo de carne suina. Se analizaron cuestiones relacionadas con las costumbres alimenticias de la comunidad religiosa (su filosofía, sus libros sagrados), utilizándose los conocimientos de Zoología y Parasitología para dar fundamento científico al vínculo señalado. Con esto se reconocieron diferencias entre preceptos religiosos y construcciones científicas, así como los fundamentos sanitarios de la adecuada tecnología en la cría del cerdo.

La experiencia educativa realizada confirma que el tratamiento de temas disciplinares bajo un enfoque CTS es una forma de integrar el conocimiento, promover la interacción e intercambio disciplinar y humanizar la ciencia. El enfoque apunta a la confluencia de propuestas que promueven la participación de los ciudadanos en los problemas sociales y ambientales. Busca el desarrollo de capacidades y de motivación que permitan a la persona una participación responsable y crítica en las decisiones que orientan el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Palabras claves

Enfoque CTS; enseñanza de la Zoología; teniosis; cisticercosis; triquinosis.

^IDepartamento de Biología, Ce.R.P del Litoral. 50000, Salto - Uruguay.

¹javier.grilli@gmail.com

^{II}Departamento de Biología, Ce.R.P del Litoral. 50000, Salto - Uruguay.

²lo.gi.da.ro@gmail.com

^{III}Departamento de Biología, Ce.R.P del Litoral. 50000, Salto - Uruguay.

³adcafer@gmail.com

^{IV}Departamento de Biología, Ce.R.P del Litoral. 50000, Salto - Uruguay.

⁴sebastian.silveira8396@gmail.com

Enseñar Ciencias Experimentales en Formación docente.

En un clásico trabajo sobre los fines de la enseñanza de las Ciencias Experimentales en el nivel educativo medio, Acevedo-Díaz (2004), plantea la necesidad de cambiar el enfoque propedéutico que tradicionalmente se les da a las mismas. Aborda la importancia de desarrollar una ciencia escolar para la ciudadanía: interesante a los estudiantes, aplicativa a situaciones reales, útil para resolver situaciones, para tomar decisiones. Una ciencia que capacite al estudiante en el análisis de posturas y problemáticas existentes en la sociedad, con base en pruebas y argumentos racionales. Se trata entonces de aprender ciencia para entender y desenvolverse convenientemente en la realidad que se está inmerso.

Este enfoque de enseñanza de las ciencias, apuntando a la formación ciudadana, se entronca con otros dos ampliamente tratados en la literatura, la alfabetización científica y la enseñanza CTS: Ciencia, Tecnología y Sociedad (Grilli, 2015). Entre otros aspectos el enfoque CTS para la enseñanza de las ciencias señala que el desarrollo científico y tecnológico no puede ser concebido sin considerar a la sociedad, ya sea esta como receptor de conocimiento, como usuario, o como promotora facilitadora del mismo. La búsqueda del conocimiento y la creación están ligados, cada vez más, a las necesidades sociales.

La situación planteada no se limita - o no debiera hacerlo - a lo que sucede en el nivel educativo básico. Dentro de lo que el estudiante de ciencia aprende a través de los modelos educativos que tiene, está la concepción de su naturaleza, lo que se denomina NDC: naturaleza de las ciencias (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016). Los enfoques que se le dan a los temas en las distintas disciplinas científicas van configurando en el aprendiz de las mismas una determinada concepción sobre qué es la ciencia, como funciona y qué legitima sus producciones.

En formación docente la forma de enseñar y de aprender una ciencia es de fuerte impacto en la forma como luego el egresado la enseñará. Sabido es que la manera de abordar los temas disciplinares en la formación de un profesor, tiene mayor impacto o incidencia en la conformación de su identidad profesional que el discurso teórico pedagógico que recibe (Blanco, 1999; Vezub, 2002; Prieto, 2004; Marcelo, 2007; Bolívar, 2007). Por esto, enseñar a través del ejemplo aquello que se pretende que el alumno realice cuando egrese, es parte fundamental de la "receta" para lograrlo (Marcelo, 1995; Fernández, 1999, Grilli y Coelho, 2017).

Enfoque CTS en la enseñanza de la Zoología. Experiencia en Formación Docente

Zoología junto con Botánica y Microbiología son asignaturas fundamentales en la formación de un docente de Biología para la educación media. A través de ellas se profundiza en la biodiversidad y en la sistemática; con estas asignaturas se estudian determinadas especies y grupos de seres vivos, ingresando al estudiante en el estudio de la flora y fauna autóctona, alóctona y exótica del país.

En concordancia con los fines para la enseñanza de las ciencias que planteábamos anteriormente, la enseñanza de la zoología (así como de otras disciplinas biológicas), debe facilitar y promover claramente la conexión entre ciencia y la realidad que vive el alumno en la sociedad a la que pertenece. Esta disciplina debe contribuir a que los alumnos tengan una mirada de cuestiones cotidianas con un soporte o sustento desde la construcción humana que llamamos ciencia. Prestar atención a las circunstancias y a los contextos socioculturales, políticos y económicos que influyen en el desarrollo de las ciencias es parte fundamental en la enseñanza de las mismas para que se dé una adecuada comprensión de la NDC.

Por todo lo señalado, el enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias ha sido, y sigue siendo, una muy buena estrategia educativa para integrar los distintos aspectos que hoy se reclaman para una adecuada comprensión de la NDC (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016), y para el cumplimiento de los fines que su enseñanza debe tener.

Se presentó a los estudiantes de Zoología I, a principio de los cursos correspondientes a los años 2014, 2015, 2016 y 2017, seis temas propuestos por el programa oficial de la asignatura, para ser abordados con un enfoque de tipo CTS. Entre los alumnos se conformaron seis equipos que recibieron por sorteo uno de los temas propuestos. Cada equipo realizó a lo largo del año una investigación bibliográfica que condujo a la redacción de una monografía y, finalmente, la presentación oral al grupo clase del trabajo efectuado.

Desde el docente de la asignatura se realizó un pautado de grandes tópicos a cubrir en cada uno de los seis temas. En este pautado se presentaron posibles vínculos entre el saber disciplinar zoológico con cuestiones sociales, culturales y tecnológicas. Se fue reorientando el trabajo a partir de la corrección de avances o borradores de la monografía y, por último, se evaluó la experiencia. Se utilizó para todo el proceso el recurso documento y carpetas compartidas del Google Drive, lo que permitió un diálogo fluido y eficaz entre los alumnos de cada equipo constituido y el docente. Finalmente, en el momento del año que correspondía tratar el grupo animal involucrado en el tema CTS, el equipo correspondiente presentó a todo el grupo el trabajo realizado.

Uno de los 6 equipos realizó su trabajo, con enfoque CTS, sobre zoonosis producidas por helmintos y que se transmiten por el cerdo: teniosis, cisticercosis y triquinosis. A continuación presentamos una síntesis de distintos vínculos generados entre los conceptos zoológicos y parasitológicos, con aspectos sociales, culturales y tecnológicos.

Ciclo biológico de los helmintos parásitos y condiciones de crianza del cerdo.

Según la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud Pública de Lima-Perú, la crianza incorrecta de los cerdos y la falta de control produce grandes problemas en la salud ambiental y en los consumidores de este producto en toda América Latina. Esto puede llevar a que el hombre contraiga zoonosis transmitidas por el cerdo:

“La crianza tradicional o no tecnificada de cerdos, está basada en conocimientos empíricos transmitidos generacionalmente caracterizada por la falta de recursos económicos de los propietarios que no poseen la tecnología, falta de programas de alimentación, sanitarios y de reproducción; asimismo de equipos y materiales que permitan alcanzar los parámetros productivos de la crianza tecnificada”. (DIGESA, 2002, p. 7)

Diversos factores, como la alimentación incorrecta, las malas condiciones de hábitat, provocan una comercialización no adecuada. Así por ejemplo la mayor parte de los criaderos de cerdo en la ciudad de Montevideo se dan en zonas de asentamientos irregulares utilizando como alimentación para estos, los desechos domiciliarios, desechos comerciales e industriales. Debido a esto los cerdos pueden ser contaminados por parásitos (Santandreu, Castro, y Ronca, 2002). La sociedad consume la carne de estos animales criados en malas condiciones sanitarias, porque sus costos son inferiores a los de la carne comercializada de manera legal. De esta manera se transmiten enfermedades al hombre, como las dos zoonosis que estamos considerando.

En la ciudad de Salto existen dos grandes empresas de chacinado que fueron visitadas en la indagación realizada por el equipo: Fenix S.A y Bordenave S.A. Si bien no pudimos acceder a las instalaciones donde se crían y faena los cerdos, pudimos constatar las buenas condiciones de crianza y compararla con criaderos familiares (chiqueros). La siguiente tabla (Cuadro 1), resume las principales características de las instalaciones precarias y de las adecuadas para la crianza de cerdos. Este es un aspecto fundamental para evitar las zoonosis transmitidas por suino: teniosis, cisticercosis y triquinosis.

CRIANZA ADECUADA	CRIANZA INADECUADA
Mantener diariamente limpios los corrales, sacar la basura y excrementos.	Mala higiene de los corrales.
Limpiar diariamente los comedores y bebederos.	Permitir la llegada de excremento humano a los bebederos.
Darle alimento de calidad y en cantidad adecuada.	Darles residuos de carne u otros animales sin hervir.
Realizar vacunación contra enfermedades transmisibles.	No se realizan las vacunaciones debidas.
Evitar el uso de agua proveniente de fuentes contaminadas.	Utilización de aguas servidas (contaminadas con orina y materia fecal).
Los comedores deben ser de un material que pueda ser de fácil lavado o limpiado.	Comedores abiertos que el animal puede pisotear.
No deben tener contacto con otros animales.	Poblaciones de roedores y otros animales.

Cuadro 1. Tabla comparativa para las condiciones de crianza del cerdo

La fotografía de la figura 1 muestra un corral de crianza de cerdo conforme a los requerimientos mencionados en el cuadro 1 (columna de la izquierda); vemos las condiciones de un criadero que podemos denominar "tecnologizado". Por el contrario, en la figura 2 se pueden apreciar condiciones inadecuadas, en criaderos ubicados en la ciudad de Salto. Sin lugar a duda que ambas crianzas se realizan en diferentes contextos, dado que la crianza tradicional o no tecnificada es carente en relación al uso de materiales adecuados. Por ejemplo, el piso del establecimiento es de tierra y los comedores están abiertos al ingreso de otros organismos. Esto hace que los animales estén en contacto directo con su materia fecal, expuestos al posible contacto con materia fecal de humanos y con diferentes animales, como roedores.



Figura 1. Corral tecnologizado para la crianza del cerdo.

Figura 2. Condiciones inadecuadas en la crianza del cerdo.



Por las cuestiones señaladas, pudimos establecer una estrecha relación entre las condiciones no tecnificadas en la crianza del cerdo, con el ciclo biológico de los parásitos tratados en las zoonosis en estudio. Por ejemplo, los suinos en contacto con roedores infectados con larvas de *Trichinella spiralis*, pueden comérselos y así contraer la triquinosis. Cuando los humanos se alimentan de estos cerdos, contraen también la parasitosis. Figura 3. Algo similar sucede con el ciclo de *Taenia solium*. Las condiciones precarias de los corrales para la cría de cerdo favorecen el acceso de los animales a fuentes de agua dudosas. La ingesta de agua contaminada con materia fecal humana puede llevar aparejado la incorporación de huevos de tenia por parte de quien se convertirá en su hospedador intermediario (el cerdo). Figura 4. El hombre se convierte en el hospedador definitivo al ingerir carnes de cerdo infectadas con *cysticercus cellulosae*, la larva que se desarrolla en los músculos del suino.

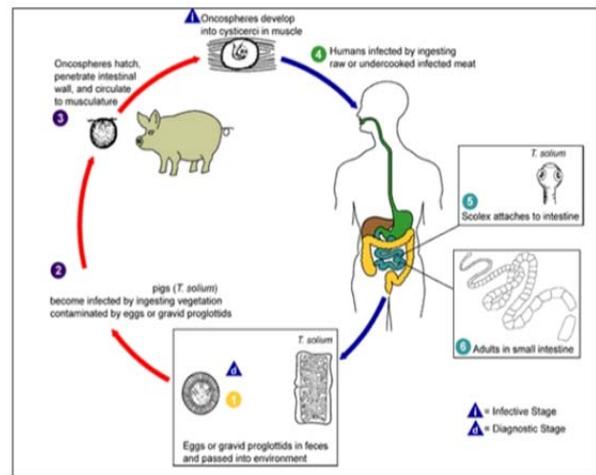
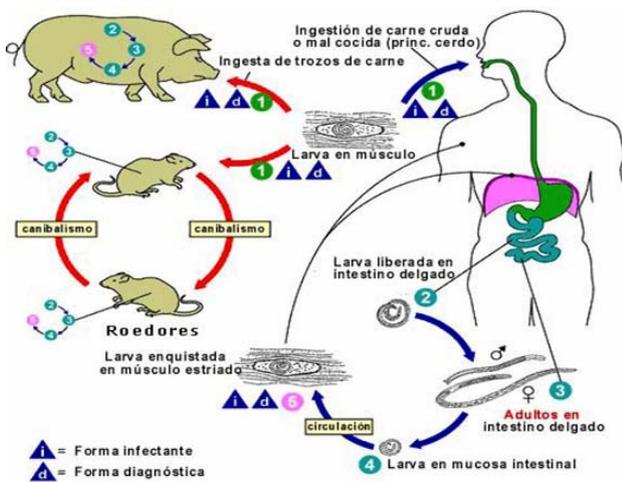


Figura 3. Ciclo biológico de *Trichinella spiralis*

Figura 4. Ciclo biológico de *Taenia solium*

Judaísmo y parasitosis transmitidas por el cerdo

Un vínculo claramente social-cultural del tema en estudio, lo establecimos con las prácticas alimenticias de la comunidad judía. Para esto hicimos una indagación, sobre prácticas alimenticias, a personas de la comunidad judía en nuestro país. Los primeros judíos llegaron a Uruguay a fines del Siglo XIX provenientes de países vecinos. A partir del Siglo XX comenzaron a llegar desde ultramar empujados por la crisis del imperio Otomano y por las persecuciones del Imperio Zarista. Más tarde llegaron los judíos provenientes de Hungría y finalmente los germanos con la asunción de Hitler al poder en enero de 1933 en Alemania.

Hoy en día la mayoría de la población Judía en nuestro país vive en Montevideo. Sin embargo existen núcleos de poblaciones en otras partes del país. La población judía en Uruguay es de aproximadamente un 1% de la población total uruguaya.

El judaísmo, con respecto a la alimentación, presentan características muy singulares y la vez muy complejas. Creen que su Dios conoce las funciones de cada alimento, esbozando lo que se debe ingerir y lo que no. Al respecto Contreras (2007), explica lo siguiente: "Dios conoce la función

propia de cada alimento, dio al pueblo un conjunto de leyes y preceptos que han regido su alimentación. Son los principios Kaser". En estos principios se evidencian los alimentos que son aceptables consumir para esta religión y los que están prohibidos. Ezquibela (2009), explica que los principales principios Kaser se encuentran contenidos en los cinco libros del Toráh: Génesis 1, 29-30; Éxodo 12; Levítico 11; Deuteronomio 14. El cuadro 2 resume los mencionados principios alimenticios.

De esto deducimos que se consideran animales comestibles a la vaca y la oveja; el camello, la liebre, el cerdo y el conejo son ejemplos de animales no comestibles para la comunidad judía.

Cuando el equipo presentó el tema investigado al grupo clase, incluyó el visionado y análisis de un vídeo del rabino Rav Moshé Bendahan. En él se

- No comáis manjares inmundos.
- Estos son los animales que podéis comer: el buey, la oveja y la cabra.
- Todo animal que tiene la uña hendida en dos partes y rumia lo podéis comer.
- No debéis comer los que rumian y no tienen la uña hendida.
- Tendréis por inmundo al cerdo, porque, si bien tiene la uña hendida, no rumia.
- No comeréis la carne de estos animales, ni tocaréis sus cuerpos muertos.

Cuadro 2. Principios Kaser

explica y fundamenta el no consumo de determinadas carnes -por parte de la comunidad judía- conforme a los principios Kaser.

Reflexiones de la experiencia educativa

La evaluación de la experiencia educativa incluyó: 1- la corrección del trabajo monográfico producido (realizada por el docente); 2- la valoración realizada al equipo por el desempeño en la clase dada para presentar lo investigado (realizado por docente y compañeros del grupo clase); 3- la observación de las prácticas pre-profesionales de los estudiantes en la Escuela de práctica (realizado por el docente); 4- la valoración de toda la experiencia (realizado por los estudiantes). Con base en los resultados de estas evaluaciones efectuadas, haremos algunas reflexiones y consideraciones de la propuesta educativa desarrollada en formación docente.

La estrategia educativa de abordar temas programáticos de la disciplina con un enfoque de tipo CTS ayudó al estudiante de profesorado a dar sentido y relevancia a lo aprendido. Contribuyó a que en la educación superior se dé lo que López y Puentes (2011) llaman *cambios en los principios organizativos del conocimiento*: pasar de estructuras curriculares agregadas, yuxtapuestas y enciclopédicas, a estructuras curriculares integradas, interdisciplinarias, abiertas, y dialogantes. Lograr este cambio es un importante desafío para la educación superior y para la formación docente en particular. El tratamiento de un grupo zoológico - Cestodes y Nemátodes- en relación a su incidencia en la salud humana, llevó a una significación del tema biológico. El abordaje de los conceptos disciplinares de la Zoología y Parasitología fueron vistos como soporte explicativo para lo que sucede en las poblaciones afectadas por estas zoonosis, así como aquellas exentas de la misma por razones ideológicas religiosas.

Con el tema elegido (helminos parásitos del cerdo), para ser abordado con un enfoque CTS, se pudo ver como una ideología (la religión judía), influye fuertemente en las costumbres alimenticias de las personas. En este caso la práctica religiosa trajo aparejado un beneficio para la

salud de la población: evitar una zoonosis que otras poblaciones la tienen. Pudimos determinar cuáles son los fundamentos científico disciplinar (zoológico y parasitológico), que explican el hecho, al tiempo que abordamos cuestiones epistemológicas del saber religioso y científico.

Una de las confusiones más comunes en la sociedad es tratar ciencia y religión como dos lógicas similares de validación. Los docentes debemos tener muy claro este aspecto y a partir de ello manejar adecuadamente planteamientos que en clase emerjan con esta tónica. La validación de saberes en ciencia implica la puesta en ejercicio de un conocimiento fundamentado, sistemático, metódico, que interpreta, explica y predice la realidad. Este saber se sostiene en la crítica: todo modelo, teoría o enunciado científico es un saber de carácter público y colectivo capaz de ser cuestionado y reformulado con base en la razón y la contrastación con la realidad que está siendo explicada. El pensamiento científico promueve la crítica, inclusive de la propia ciencia, con lo cual lejos de violentar las libertades del individuo promueve su sentido de ser pensante.

La religión por su parte implica un conjunto de creencias que un determinado grupo consideran sagradas. Es por esto que decimos que las creencias religiosas tienen un carácter dogmático. La validación de las afirmaciones y preceptos (creencias), se da por fe: en determinados libros y en determinadas personas.

En el análisis realizado del vídeo (donde el rabino Rav Moshé Bendahan explica y fundamenta el no consumo de determinadas carnes por parte de la comunidad judía), denotamos algunos solapamientos y asimilaciones, de argumentos científicos y religiosos. Cuadro 3.

En ocasiones desde las organizaciones religiosas se utilizan argumentos que son parcialmente científicos (o semi-científicos), para apoyar determinadas prácticas. En la formación de un docente en ciencias conocer esto es de relevancia. A veces en las clases emergen posturas donde se asimila a lo religioso argumentos o pruebas que vienen del campo de las ciencias. En ocasiones vemos que se pretende fundamentar determinadas prácticas o creencias religiosas a partir del conocimiento científico. Como dice Blanco (2001), la religión se aprovecha de determinados fragmentos racionales y empíricos que la actualizan, aunque la procedencia de estos fragmentos seas de géneros cognoscitivos muy distintos al religioso, como es el caso de lo científico. Por todo esto, adjudicar a la carne de cerdo el carácter de "impuro" debido a la potencialidad que tiene esta especie animal de ser hospedadora de parásitos transmisibles al humano, no es científico.

- Ambientación realizada en el laboratorio. Microscopios e instrumental científico de fondo.
- Utilización, por parte del rabino, de vestimenta propia del científico que está realizando prácticas en un laboratorio de Ciencias.
- Planteo de la existencia de 2 tipos de alimentos para el judaísmo: puros e impuros.
- Los alimentos cumplen la función de unificar el cuerpo y el alma.
- Los alimentos tienen nutrientes que van al cuerpo y una energía que va directamente al alma.
- Hay que cuidar que tipo de energía tienen los alimentos que consumimos: pura o impura.

Cuadro 3. Análisis de vídeo explicativo de normas de alimentación en la comunidad judía

(Vídeo disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=E-c5fuyfF18>)

Referencias bibliográficas

- Acevedo-Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16.
- Acevedo-Díaz, J. y García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 13, nº 1, 3-19. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10498/18010>.
- Blanco, C. (2001). Ciencia, conocimiento y religión. *A Parte Rei: revista de filosofía*, ISSN 1137-8204, ISSN-e 2172-9069, Nº. 18, 2001.
- Blanco, N. (1999). Aprender a ser profesor/a. El papel del prácticum en la formación inicial, en F. Angulo Rasco, J. Barquín Ruiz y A. Pérez Gómez (coords.): *Desarrollo profesional del docente: política, investigación y práctica*, Madrid, Akal, 379-398.
- Bolívar, A. (2007). La formación inicial del profesorado de secundaria y su identidad profesional, *Estudios sobre Educación*, vol. 12, 13-30.
- Contreras, J. (2007). Alimentación y Religión. HUMANITAS. Humanidades Médicas, Tema del mes on-line, Nº 16, junio 2007. Consultado el 10-VI-2015 en: <http://www.fundacionmhm.org/tema0716/articulo.pdf>
- DIGESA (2002). Guía para la crianza sanitaria de cerdos. Dirección General de Salud Ambiental y Dirección Ejecutiva de Higiene Alimentaria y Control de Zoonosis. 2002. Lima: DIGESA.
- Ezquibela, I. (2009). Prescripciones y tabúes alimentarios. El papel de las religiones. *Revista Distribución y consumo*, Vol.108. (pág. 5-11) Ed. Euromerica.
- Fernández, M. (1999). *La profesionalización del docente: perfeccionamiento, investigación en el aula, análisis de la práctica*, Madrid. Siglo XXI de España Editores.
- Grilli J. y Coelho, J. (2017). Enseñanza de la zoología con un enfoque CTS: cefalópodos y la comunicación visual. Una experiencia educativa en la formación docente. *Revista CTS*, nº 35, vol. 12, 39-57.
- Grilli, J. (2015). *Sevend Pounds y Biología*. Zoología y transplante de órganos en el epílogo del film, una experiencia en formación de docente. *Revista Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 29, 233-246.
- López, N. y Puentes, A. (2011). Modernización curricular de la Universidad Surcolombiana: integración e interdisciplinariedad, *Revista Entornos*, vol. 24, 103-122.
- Marcelo, C. (1995). *Formación del profesorado para el cambio educativo*, Barcelona, EUB.
- Marcelo, C. (2007). La formación docente en la sociedad del conocimiento y la información: avances y temas pendientes, *Olhar de professor, Ponta Grossa*, vol. 10, nº 1, 63-90.

- OPS (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 525 Twenty-third Street, NW. Washington, DC 20037, EUA. Publicación científica y técnica. Volumen 2 (Número 580). (7).
- Prieto, M. (2004). "La construcción de la identidad profesional del docente: un desafío permanente", *Revista Enfoques Educativos*, vol. 6, nº 1, 29-49.
- Santandreu, A. Castro, G y Ronca, F. (2002). La cría de cerdos en asentamientos irregulares. Cuadernos de Montevideo Rural, volumen 2.
- Vezub, L. (2002). Los residentes en acción. Las tareas y preocupaciones en el proceso de inducción al magisterio", en M. C. Davini (coord.): *De aprendices a maestros. Enseñar y aprender a enseñar*, Buenos Aires, Papers Editores, 79-119.

Currículum de los autores

Javier Grilli Silva. Profesor Egresado del IPA en la Especialidad Ciencias Biológicas. Licenciado en Psicología de la UdelaR. Profesor efectivo en Formación Docente en Zoología. Profesor de Didáctica de la Biología.

Lorena Dávila. Alumna avanzada de la carrera de Profesorado de Biología en el Ce.R.P del Litoral.

Adriana Fernández Habrán. Licenciada en Enfermería de la UdelaR. Alumna avanzada de la carrera de Profesorado de Biología en el Ce.R.P del Litoral.

Sebastián Gómez Barboza. Alumno avanzado de la carrera de Profesorado de Biología en el Ce.R.P del Litoral.

Experiencia de Articulación e Integración entre Física y Biología en la Formación Profesional Docente. Hidrodinámica del Sistema Circulatorio

Conte, Diego Jesus^{1,(a)}, Mansilla Laura Gabriela^{2,(b)}

(1,2). Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología- Concepción del Uruguay. Entre Ríos. Argentina

(a)contediego13@gmail.com, (b)lauramansilla84@gmail.com

Eje temático

La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

El trabajo refiere al estudio de la Hidrodinámica y del Sistema Circulatorio, este tema pertenece a las asignaturas Física General I y Biología I, concerniente al Profesorado en Física. El abordaje es con actividades de articulación de cátedras e integración de contenidos que requieren el uso de recursos didácticos, tecnologías de la información y comunicación, tendiente a mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje, atendiendo al perfil de los futuros egresados. A la luz de un enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) se propone una investigación bibliográfica de los temas a tratar, realización de diversas de experiencias de laboratorio y trabajos grupales que incluyen debates y conflictos cognitivos. Buscamos con este poner en valor la articulación de contenidos, entendiéndose a esta, como la necesaria continuidad, coherencia, secuenciación, gradualidad que debe existir en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el marco de un Diseño Curricular, y la integración que referencia la organización de los contenidos temáticos del currículo en actividades que favorecen la globalización de los saberes. Con esta modalidad se pretende superar la separación por asignaturas de las áreas del conocimiento, la fragmentación de los aprendizajes, de manera que el aprendizaje sea funcional. Es decir, que el alumno lo vea funcionando en una situación real y construya estrategias que le permitan establecer nuevas relaciones significativas entre contenidos diversos, siendo capaz de realizar aprendizajes significativos por sí mismo, en una amplia gama de situaciones y circunstancias.

Palabras clave: Hidrodinámica - Articulación – Integración

Introducción

Pensar las prácticas pedagógicas en la universidad implica diseñar estrategias didácticas orientadas a que los alumnos no sólo reciban información, sino que fundamentalmente sean capaces de modificarla y aplicarla, de compartir las inquietudes actuales en torno al conocimiento, de problematizarlo, descomponerlo y recomponerlo en su comprensión personal. (Echazarreta, R et al. 2010) En el proyecto de investigación "Integración de las Asignaturas disciplinares con las de Formación Profesional en carreras de la Facultad de Ciencia y Tecnología"- Universidad Autónoma de Entre Ríos, FCyT- UADER, se sugiere el diseño de propuestas metodológicas que articulen e integren asignaturas disciplinares con las de formación docente, con el objetivo de facilitar a los futuros docentes visiones diferentes en la enseñanza de la Física. Como consecuencia del análisis curricular se diseñan actividades para las cátedras Física General I y Biología I, que incluyen diferentes recursos didácticos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, a partir de un eje temático, para evaluar la potencialidad de éstos a través de los resultados obtenidos. Se realiza un estudio de la dinámica de los fluidos y del sistema circulatorio, partiendo de indagación de ideas previas a través de las encuestas KPSI, para luego comenzar a desarrollar las distintas actividades concernientes a llevar adelante las actividades de integración y articulación. "Se plantea entonces un nuevo ambiente de enseñanza-aprendizaje, el aula como tal, ya deja de ser el espacio exclusivo del aprendizaje, aparecen nuevos ambientes en los cuales nuestros alumnos aprenden". (De Napoli, A et al. (2006). Una parte importante de esta experiencia es demostrar que también que con materiales de bajo costo podemos realizar experiencias de Física y de Biología sin la necesidad de poseer instrumental sofisticado. A partir entonces, de estas consideraciones y de estar viviendo este cambio de época en cuanto a costumbres y a transformaciones culturales tan profundas en nuestra sociedad, debemos preguntarnos ¿de qué manera enseñamos física?, esta pregunta nos lleva a la búsqueda de nuevas formas de enseñar, nuevos enfoques didácticos. Este tratamiento incluye la articulación de contenidos, entendiéndose a esta, como la necesaria continuidad, coherencia, secuenciación, gradualidad que debe existir en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el marco de una revisión del Diseño Curricular, y la integración curricular que referencia la organización de los contenidos temáticos del currículo en actividades que favorecen la globalización de los saberes. Con esta modalidad se pretende superar la separación por asignaturas de las áreas del conocimiento, la fragmentación de los aprendizajes, de manera que el aprendizaje sea funcional. Es decir, que el alumno lo vea funcionando en una situación real y construya estrategias que le permitan establecer nuevas relaciones significativas entre contenidos diversos, siendo capaz de realizar aprendizajes significativos por sí mismo, en una amplia gama de situaciones y circunstancias. "El formato de una clase tradicional tiende a fomentar un aprendizaje pasivo. Es necesario centrarse menos en la clase magistral y mejorar los vínculos entre los laboratorios y las aulas. Hay que aumentar la participación activa en las clases, las experiencias de trabajo en equipo y el aprendizaje cooperativo. También se recomienda que la tecnología se integre en la asignatura, siendo esta un punto en común. Por otro lado, en los proyectos constructivos y en los problemas de diseño de propósito práctico se consigue elevar el interés de los estudiantes, lo que demuestra que las respuestas a muchos de los problemas reales no se pueden encontrar en un libro de texto." (Arroyo, Ortiz, Delgado, otros)

Desarrollo de la Experiencia

En este apartado describiremos las actividades que se propusieron a los estudiantes en las diferentes etapas de los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema en estudio, así como los resultados obtenidos por los mismos.

Partiendo de reuniones entre docentes de las cátedras y atendiendo los requerimientos del currículo, se acuerda presentar una propuesta de articulación e integración entre las cátedras de Biología I y Física I.

Los contenidos seleccionados presentan año a año un cierto grado de comprensión por parte de los estudiantes, quedando muchas veces en un aprendizaje aislado y sin aplicación directa, por la cual la metodología seleccionada está destinada a que los estudiantes mediante el estudio de su propio cuerpo puedan aplicar conceptos físicos.

Una vez seleccionados los contenidos, se proyecta una propuesta didáctica que incluya distintos recursos tendientes a realizar el abordaje de los temas desarrollados para luego concretar la relación entre cátedras e integración de contenidos.

En primera instancia se les dará a conocer al grupo de estudiantes la propuesta que se llevará a cabo. La propuesta incluirá dinámica grupal: trabajos en equipos, investigación bibliográfica, trabajos de aplicación y realización de experiencias de laboratorio. Para el tratamiento de las ideas previas y las actividades de introducción, se proponen realizar una serie de encuestas KPSI, las cuales permiten indagar sobre el estado de conocimiento del tema a articular e integrar. El KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) es un instrumento de evaluación en el que predomina la autorregulación y es ideal para el desarrollo de competencias en los estudiantes. Por la traducción al español, se le conoce como inventario de conocimientos previos del estudiante y sirve principalmente para que ellos se den cuenta de lo que saben al inicio de un tema o secuencia didáctica. Cuando terminan la actividad planeada por los docentes, se les entrega nuevamente el documento para que lo llenen y valoren el aprendizaje adquirido. Se utiliza en dos momentos durante el desarrollo de la secuencia didáctica: en el inicio para detectar los conocimientos y las ideas previas de los estudiantes, al final es para que lo vuelvan a llenar y se den cuenta de lo que aprendieron en el trayecto de las actividades de la secuencia didáctica. Desde las cátedras se comenzarán a desarrollar los temas de cada disciplina, sistema circulatorio en biología, hidrodinámica en física.

El eje central de esta integración está determinado en las actividades de integración, las cuales se basan en la lectura y análisis de material específico que abordan temas en donde se relacionan los contenidos tratados con anterioridad. Esta instancia supone una transferencia por parte de los estudiantes, la cual le da un enfoque globalizador respondiendo de este modo a los objetivos propuestos. Complementariamente y utilizando páginas interactivas de internet, se realizará una experiencia en la cual se comprobará la resistencia cardiovascular llamada Test de Ruffier.

Para finalizar el trabajo y a modo de evaluar la propuesta se llevará a cabo una encuesta vía Google en donde se formularán no solo preguntas propias de los contenidos sino también preguntas de la propuesta en general con sugerencias aportadas por los estudiantes.

a) Propuesta

- Articular las cátedras de Biología I con Física I, correspondientes al primer año profesorado en Física integrando contenidos de biología al campo de la física.

b) Antecedentes de la propuesta

- Falta de motivación por parte de los estudiantes.
 - Análisis de los diseños curriculares del profesorado en Física: teniendo en cuenta los perfiles de los egresados, se observa la falta de trabajos interdisciplinarios entre Biología I y Física I.

c) Objetivos

- Conocer la relación entre Hidrodinámica y Sistema circulatorio.
 - Aplicar los conceptos de Hidrodinámica en el Sistema circulatorio.

d) Estrategias

- Lecturas y análisis de textos y de imágenes.
- Actividades de laboratorio.
- Actividades de integración.

e) Recursos.

- Laboratorio: de física y de biología
- Trabajos prácticos de laboratorio: de física y de biología.
- Guías de actividades de integración.
- Laboratorio de informática.
- Páginas interactivas: Test de Ruffier.
- Bibliografía específica: de física y de biología.
- Encuesta vía Google.

f) Fase inicial:

En esta parte se realizan las encuestas KPSI, en las cuales a través de preguntas directas se indagan las ideas previas. A continuación, en las figuras 1,2 y 3 mostramos alguna de las preguntas realizadas a los estudiantes:

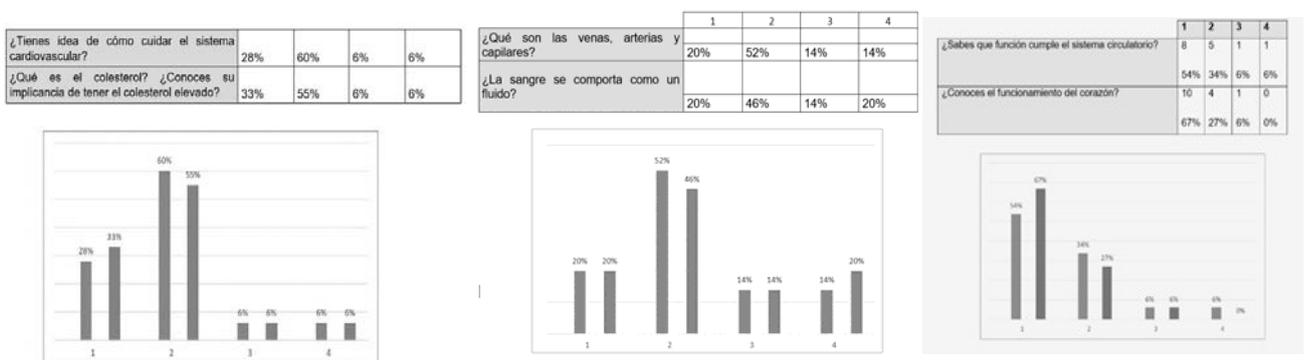


Figura 1

g) Actividades de articulación e integración.

- En cada cátedra se llevará a cabo el desarrollo de los temas principales de la propuesta, desde la biología se trabajará en primera instancia con anatomía y fisiología comparada de animales de cada grupo de vertebrados, para llegar al funcionamiento del sistema circulatorio del hombre. Desde la física se llevarán a cabo actividades referidas a hidrodinámica y sus aplicaciones más destacadas.
- Las clases se desarrollarán de manera teórica, y práctica de laboratorio. A continuación, se presenta el trabajo práctico de laboratorio:

1. TRABAJO PRÁCTICO N.º 1

Tema: "OBSERVACIÓN DE CORAZÓN DE MAMÍFERO"

Objetivo: Identificar las estructuras del corazón.

2. TRABAJO PRÁCTICO N.º 2

Tema: "FLUIDOS EN MOVIMIENTO"

Objetivo: Observación cualitativa del comportamiento de un fluido en movimiento

3. TRABAJO PRÁCTICO N.º 3

Tema: "TRABAJO INTEGRADOR"

Objetivo: Comprender y analizar los siguientes gráficos, partiendo de la lectura.

4. TRABAJO PRÁCTICO N.º 4

Tema: "TRABAJO INTEGRADOR" Objetivo: Comparar y relacionar la hidrodinámica del Sistema Circulatorio.

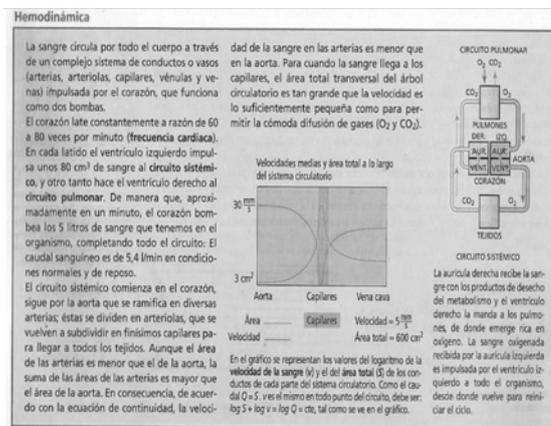


Figura 4

5. TRABAJO PRÁCTICO N.º 5

Tema: Enfoque CTSA

El contexto actual en que se desarrolla la educación, se hace necesario proporcionar una educación científica a todos los ciudadanos, que perciban la ciencia como una actividad cultural que contribuye a prepararlos para la vida, como una de las premisas para la educación permanente. Esta educación científica del individuo ha de conducirlo no sólo a saber de ciencia, sino también sobre la ciencia: sus aspectos culturales, epistemológicos, éticos, sus relaciones con la tecnología y su repercusión social.

Esta cuestión plantea la necesidad urgente de profundas transformaciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Existe consenso en destacar entre las cuestiones que requieren una mayor atención las siguientes:

- Considerar los cambios experimentados en el contexto en el que transcurre el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias.
- Trabajar en la eliminación de las dificultades en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias como uno de los requisitos para que se produzcan los necesarios cambios curriculares.
- Implementar los cambios, prestando atención al diseño de la actividad de aprendizaje para lograr una mayor dirección de esta.
- Encarar con urgencia la introducción en la práctica de la interdisciplinariedad en la enseñanza aprendizaje de las ciencias, por ser esta una de las características esenciales de la actividad investigadora y del desarrollo social.
- Revisar y cambiar las concepciones sobre la formación y superación de los profesores de ciencias, puesto que una de las premisas para lograr las transformaciones de la enseñanza aprendizaje de las ciencias es la adecuada preparación de los profesores, como principales encargados de ejecutarlas
- Prestar mayor atención, en el campo de las investigaciones de la Didáctica de las Ciencias, a los problemas de la formación y superación de los maestros, profesores y directivos. En referencia a lo mencionado, se realizará con los estudiantes, lecturas complementarias sobre el cuidado de la salud cardiovascular, con la utilización de páginas de internet, biblioteca virtual de la Organización Panamericana de la Salud.

Por otro lado, se llevará a cabo la aplicación del Test de Ruffier, una prueba que se realiza para medir la resistencia aeróbica al esfuerzo de corta duración y la capacidad de recuperación cardíaca, y por tanto el nivel de forma física de una persona.

El Test de Ruffier fue la prueba más utilizada en Francia para valorar el estado físico de los deportistas, en la década de los 80.

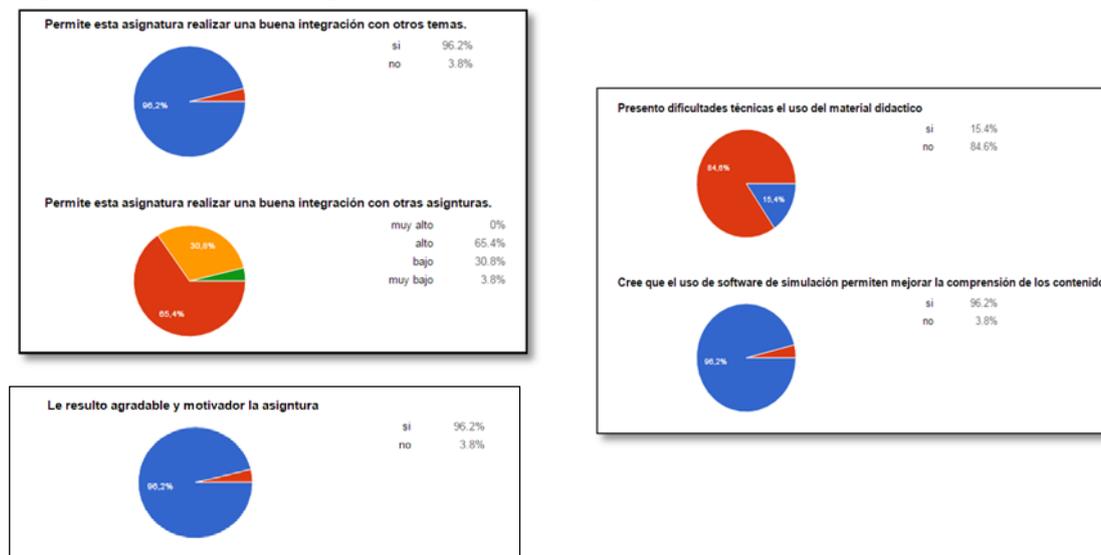
Es un test basado en una fórmula que sirve para obtener un coeficiente que nos da una valoración acerca de nuestro estado de forma. Dicho coeficiente se obtiene mediante la realización de 30 flexiones de piernas de un tiempo de 45 segundos. En este caso, se propone trabajar en la facultad, reemplazando las flexiones de piernas por, la subida de las escaleras desde la planta baja hasta el aula, para luego aplicar la siguiente fórmula:

$$I = (P^0 + P^1 + P^2) - 200] / 10 \quad (1)$$

P0 = Pulsaciones por minuto en reposo (basal). P1 = Pulsaciones por minuto después del ejercicio (adaptación). P2 = Pulsaciones por minuto después de un minuto de recuperación (recuperación).

Reflexiones Finales

Con la finalidad de conocer la opinión de los estudiantes participantes sobre los diferentes aspectos de la estrategia propuesta y desarrollada, se elaboró y aplicó un cuestionario validado (Sampieri, R et al., 2000) [5] donde se solicita la opinión de aspectos generales tales como la dificultad de interpretación de problemas y del uso del material didáctico, si consideran que se ha logrado una buena integración entre las asignaturas



Inicialmente y en relación a los objetivos propuestos, integración de contenido y articulación de asignaturas, vemos en el grafico I, que los estudiantes en un alto porcentaje ($\pm 96\%$) considera que se ha logrado integrar contenidos. En cuanto a la integración con otras asignaturas un 66% considera que se ha logrado. Pensamos que aquellos que no lo consideran así (34%) es que puede ocurrir que no han comprendido de una manera eficaz los conceptos físicos o biológicos requeridos aquí, y por lo tanto no reconoce su utilidad. A partir del grafico III podemos observar que el 96% de los estudiantes consideran agradable y motivadora la experiencia, con lo cual sienta precedente en cuanto a la integración de contenidos, induciendo y alentando a seguir trabajando de esta manera. Esta tendencia se ha observado en trabajos anteriores en la cual se ha trabajado en esta temática y en el uso de TIC en las prácticas docentes obteniendo resultados alentadores y por lo tanto vemos con mucha satisfacción que en alguna medida se ha logrado buenos resultados, aun habiendo manifestado algunos inconvenientes en la interpretación de variables y de conceptos específicos. La enseñanza de la Física y la Biología las carreras de nivel universitario a través de propuestas de articulación e integración que se encuentran en concordancia con los intereses de los alumnos en función de su aprendizaje, favorecen la comprensión de los contenidos mediante la visualización y manipulación. Se espera a partir de esta propuesta concientizar a los estudiantes del profesorado sobre la importancia y la validez que tiene llevar adelante actividades de integración contenidos y articulación entre cátedras.

Destacamos que, para llevar a cabo esta tarea, requiere una selección cuidadosa de contenidos por parte de los espacios curriculares, para luego diseñar las estrategias, metodologías, objetivos, recursos, tiempos, y evaluaciones a utilizar. Posiblemente se podría pensar que la estrategia se puede extender en el tiempo perjudicando el desarrollo de otros contenidos, sin embargo, consideramos que cantidad no es calidad cuando se habla de enseñar a los futuros docentes, y se

podría al menos, realizar durante el ciclo lectivo dos o tres trabajos de estas características. Dentro de las instituciones se suele escuchar, por parte de los docentes, programas extensos con poca carga horaria, o desarrollar temas que no le competen, pero consideramos que una correcta y eficiente selección de los contenidos mínimos, que supone, por supuesto, dejar alguno de lado, tiene una real significación en los estudiantes en vista que se proponen metodologías innovadoras no tradicionales induciendo un entusiasmo por el aprendizaje de las ciencias. Atendiendo a esto, queremos mencionar que los ambientes educativos han cambiado, y por ende nuestra sociedad, el docente de hoy, no solo debe enseñar su ciencia, sea cual fuese, sino inculcar en los estudiantes hábitos saludables, sentido de responsabilidad, sentido de pertenencia, trabajos colaborativos, que son tan importantes en el mundo laboral como en su vida personal y social.

Conclusión:

A modo de conclusión, la revisión de los diseños curriculares correspondientes al profesorado en Física, nos ha permitido llevar a cabo la propuesta planteada, posibilitando re-ver los perfiles de los egresados, priorizando contenidos, proponiendo diferentes estrategias didácticas que lleven o re-signifiquen la actividad docente desde el enfoque epistemológico y socio-cultural, y que, a su vez, tengan implicancia en los futuros docentes en la práctica de enseñar. Este tipo de actividades en donde los estudiantes son partícipes de la adquisición de los conceptos, poniendo en foco la interdisciplinariedad de la física es lo que se debería reflejar a futuro cuando los estudiantes egresan para que éstos hagan lo mismo con sus grupos de estudiantes. Los diálogos entre las disciplinas que forman parte del profesorado generan nuevos ámbitos de articulación y de integración, permitiendo enriquecer el proceso de enseñanza – aprendizaje de todos los involucrados. Esta nueva perspectiva se debería llevar a cabo, porque son necesarias a la hora de enseñar ciencias naturales en el aula, las necesidades que posee cada sujeto requieren de satisfacer, de preparar al estudiante con todas las competencias que demandan para ser un ciudadano libre de pensamiento crítico y autónomo, tarea que debería incrementarse más dentro del profesorado como formadores de formadores. Afianzar los conocimientos no solo desde la física y de sus trabajos interdisciplinarios, sino también, acentuar los trabajos colectivos entre pares, que no siempre se da de manera satisfactoria o espontánea.

Bibliografía:

- Apuntes de cátedra: Seminario Diseño y gestión del curriculum.
- Aristegui, R. y otros. Física II. Dinámica. Fluidos. Relatividad. Electromagnetismo. Física cuántica. Astronomía y Astrofísica. Ed. Santillana Polimodal. 2000.
- Barderi, M. y otros. Biología. Citología, Anatomía y Fisiología. Genética. Salud y enfermedad. Ed. Santillan Polimodal. 2000. - Curtis. Barnes y otros. Biología. Ed. Médica panamericana. 7 ma ed. 2013.
- Diseños Curriculares: Plan de estudios: Profesorado en Física. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Autónoma de Entre Ríos. Concepción del Uruguay. 2003
- Integración de las asignaturas disciplinares con la formación profesional en las carreras de la Facultad de Ciencia y Tecnología – Proyecto de investigación y desarrollo plurianual. 2014.
- Marco general de política curricular niveles y modalidades del Sistema educativo. 2000. - Plan

de cátedra: Biología I. Profesorado en Física. Ciclo Lectivo 2017.

- Sacristán José Gimeno. "El curriculum: una reflexión sobre la práctica". 1999.

- Sears - Zemansky – Young. Física general I. Ed. Pearson Educación. 2010. Buenos Aires.

Páginas Web: - www.paho.org/arg/ - www.curtisbiologia.com

Anexos

Datos de los autores

Conte, Diego: Licenciado en Ciencias Aplicadas egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Profesor en Matemática, Profesor en Física egresado del Instituto de Enseñanza Superior "Victoria Ocampo". Especialista en Educación Científica (falta trabajo final) de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Actualmente se desempeña como Profesor Ordinario Adjunto de Física General II, Laboratorio II, Profesor Adjunto interino en Física General I en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Profesor Titular Interino en Física General en la Universidad de Concepción del Uruguay, Director de Carrera del Profesorado en Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Integrante del Grupo de investigación en Problemática Educativa y Docente Investigador categoría V de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Ha participado en numeroso congreso desempeñándose principalmente en el área la enseñanza de la Física y las TIC.

Mansilla, Laura Gabriela, Profesora en Biología. Docente Auxiliar, cátedra Biología I, Profesorado en Física. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista Docente en Nivel Superior en Políticas y Programas Socioeducativos. (Realizando el trabajo final)

Especialización Docente de Nivel Superior en Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Secundaria. (Realizando el trabajo final)

Especialización en Educación Científica (Cursando)

Entrelazando Saberes

Laura Gabriela Mansilla 1^(1a) Diego Jesús Conte 2^(2b)

1. 2. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Autónoma de Entre Ríos, Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

(a) lauramansilla84@gmail.com (b) contediego13@gmail.com

Eje temático: Articulación Secundaria – Universidad en relación a la enseñanza de las ciencias básicas desde una perspectiva interdisciplinaria.

Resumen

El siguiente trabajo hace referencia a una propuesta pedagógica centrada en el proceso de enseñanza – aprendizaje a través de la articulación entre estudiantes universitarios de primer año del Profesorado en Física, de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Cátedra Biología I y estudiantes de nivel medio, tercer año, división B del Instituto D-051 “Santa Teresita”, Cátedra Física y Química. Teniendo como objetivo articular ambos niveles mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta propuesta se toma como contenido integrador a la ciencia de la Cristalografía, la cual permitió relacionar a la física y química con biología de la siguiente manera; partiendo de conceptos claves que engloba a la cristalografía como, cristales, cristal, cristalización, sistemas cristalinos, tipos de cristales, hasta llegar a experiencias de laboratorio al realizar cristales de sacarosa en el aula. El análisis de los resultados físicos y químicos de los cristales obtenidos, nos lleva al campo de la biología, entrando en conceptos como, el organismo humano formado por sistemas, en especial el sistema excretor-urinario; función y órganos, encontrando así, el nexo que enlazaba a los cristales de sacarosa con el sistema excretor, más precisamente el riñón, encontrando la relación y comparando si los cristales de sacarosa y los cristales que se forman en el riñón del cuerpo humano por Litiasis renal; son similares o no; si presentan el mismo proceso de cristalización y si los resultados en cuanto al cristal se asemejan. Posteriormente comienza la investigación y elaboración del proyecto con los estudiantes del secundario “¿Un cristal en nuestro riñón?” siendo este el resultado de la articulación y concluir si existe algún tipo de analogías entre la formación de cristales de sacarosa y la formación de piedras en el riñón por Litiasis renal.

Esta propuesta ha permitido desarrollar el potencial pedagógico-didáctico en estudiantes del primer año desde el contacto con la realidad áulica, brindar estrategias y herramientas necesarias en dicho proceso y relacionar a través de la articulación de las cátedras; disciplinas como Biología, Física y Química. Esta alternativa de implementar articulación entre cátedras de nivel superior y nivel medio fortalecen el proceso de enseñanza -aprendizaje. Generan dentro del aula; un ámbito de trabajo en el cual la ciencia y su conocimiento, la teoría y la práctica se retroalimentan constantemente entrelazando los saberes de todos los involucrados. El trabajo en equipo no solo es productivo para los estudiantes sino también entre docente – estudiante; estudiantes – docente. Estimulando a todos los partícipes, y generando estrategias indispensables a la hora de enseñar. La simplicidad se vuelve ciencia y la ciencia, en saberes necesarios para cada uno de los sujetos que formamos parte de un establecimiento educativo.

Palabras claves: Articulación – Secundaria – Superior.

Desarrollo del trabajo

Esta propuesta pedagógica es el resultado de la articulación realizada en el proceso de enseñanza-aprendizaje entre estudiantes universitarios y nivel medio. Entre la Cátedra Biología I correspondiente al primer año del Profesorado en Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos y Nivel medio, Cátedra Física y Química correspondiente al tercer año, división B del Instituto D-51 "Santa Teresita" de la ciudad de Concepción del Uruguay, Entre Ríos. Esta sugiere la relevancia que tiene en la educación la aplicación de la articulación entre ambos niveles; partiendo de una identificación y formulación del tema de enseñanza, la propuesta didáctica con enfoques y fundamentos, mencionando así la metodología empleada y los recursos que fueron necesarios para llevar a cabo la propuesta.

La educación actual en nuestro país se enmarca en un contexto plagado de saberes que interactúan para crear un medio propicio que los estudiantes necesitan para aprender. El conocimiento se construye a través de los procesos que realiza cada individuo en el rol que desempeñe ya sea como estudiante o docente. El constructivismo sostiene que *"el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano"*⁵. El que aprende posee esquemas con conocimientos previos realizados con construcciones anteriores, en consonancia con el ambiente que los rodea. Al sostener que el conocimiento es una construcción del ser humano decimos también que el mismo es un producto que surge de la interacción social y de la cultura, Vygotsky sostiene que el sujeto es un ser social que necesita de los demás para vivir. Es por ello que la interacción entre varios sujetos mejora y fortalece el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que, los procesos psicológicos superiores, como la comunicación, razonamiento, entre otros, se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan. Precisamente esta internalización es un producto del uso de un determinado comportamiento cognitivo en un contexto social. Las instituciones educativas deben ir repensando y modificando sus funciones para que la rutina no las absorba y las condene al fracaso y pierda la misión que tiene en la sociedad y los objetivos del proyecto educativo nacional. La tarea educativa debe ser optimista, el docente debe generar situaciones donde asegure la educabilidad: *"sin optimismo podemos ser buenos domadores, pero no buenos educadores"*⁶. El docente que frecuente distintas instituciones tiene la posibilidad de analizar, interpretar y recabar información sobre los tiempos y los modos de situaciones de aprendizaje. La función docente consiste en suscitar el aprendizaje y provocar el movimiento del alumno hacia el objeto de conocimiento, dejando de lado el pensamiento de la simplicidad para comprender el paradigma de la complejidad planteado por Edgar Morin. Dentro de la complejidad, la articulación puede abordarse a distintos niveles y desde diversas perspectivas, de acuerdo con el criterio de cada institución con la impronta docente.

Articular no es un trabajo individual, que queda bajo la decisión de algunos docentes y directivos, sino que se debería enmarcar en consideraciones específicas, previendo encuentros y discusiones que optimicen la función de la comunidad docente y el estudiantado universitario, visto que los futuros docentes se conectan con el aula al finalizar su carrera.

Para llevar a cabo la articulación entre niveles se debe entender el significado del término, de la palabra, evitando caer en desentendidos. Articulación: "enlace de dos piezas o partes de una

⁵ Carretero, Mario (1993). Constructivismo y educación. Ed. Aique. Pág. 21

⁶ Santos Guerra, Miguel. (2008). Arqueología de los sentimientos en la escuela. Ed. Bonum. Pág. 71

máquina". Articular: "unir o enlazar". Si se tienen en cuenta estas definiciones, se podrán cambiar significantes para que el contenido semántico se refiera al tema por abordar. Esto supone reconocer que las partes son distintas entre sí y a la vez forman parte de un todo, y conlleva un necesario trabajo en conjunto para sentar las bases del trabajo en equipo. Los estudiantes universitarios, futuros docentes, deben acercarse al objeto al inicio de la carrera docente para fortalecer los lazos con el saber y con los adolescentes que producen conocimientos. De la implementación de la articulación sabemos que se lleva a cabo en diferentes instituciones educativas y de las mismas se obtienen riquezas que aportan a la formación docente. El desafío es el compromiso con la misma para fortalecerla como estrategia didáctica dentro del campo de las Ciencias Naturales.

Articulación entre disciplinas

En esta propuesta se toma como contenido que articula los niveles educativos a la ciencia de la Cristalografía, la cual permitió relacionar la física y química con biología de la siguiente manera; partiendo de conceptos claves que engloba a la cristalografía como, cristales, cristal, cristalización, sistemas cristalinos, tipos de cristales, hasta llegar a experiencias de laboratorio al realizar cristales de sacarosa en el aula. Analizando los resultados físicos y químicos de los cristales obtenidos, nos lleva al campo de la biología, entrando en conceptos como, el organismo humano formado por sistemas, en especial el sistema excretor- urinario; función y órganos, encontrando así, el nexo que enlazaba a los cristales de sacarosa con el sistema excretor, más precisamente nuestro riñón. Encontrar la relación y comparar si los cristales de sacarosa y los cristales que se forman en el riñón del cuerpo humano por Litiasis renal; son similares o no; si presentan el mismo proceso de cristalización y si los resultados en cuanto al cristal se asemejan. Posteriormente comienza la investigación y elaboración del proyecto con los estudiantes del secundario "¿Un cristal en nuestro riñón?" siendo este el resultado de la articulación. Habiendo obtenido los datos de ambos temas se realiza una comparación para poder relacionar y concluir si existe algún tipo de analogías entre la formación de cristales de sacarosa y la formación de Litiasis renal.

El conocimiento de la cristalografía ha permitido realizar un proceso de enseñanza-aprendizaje partiendo de la investigación, seguidamente de la experimentación, y deducción, para llegar a una conclusión.

Los contenidos que se han tomado en cuenta para llevar a cabo la articulación en el 3er año del ciclo básico fueron los siguientes: solución, soluto, solvente, solubilidad, concentración, estructura y estados de la materia. Formación de iones. Estos temas dieron el puntapié para entender a la cristalografía como ciencia, cristal, sistemas cristalinos, cristalización etapas – proceso. Sistema urinario – excretor, órganos y funciones, cristalizaciones que pueden producirse en el cuerpo humano, la importancia del metabolismo del calcio. Tipos de cristalizaciones más comunes en el cuerpo humano. El 2014 fue el año internacional de la cristalografía, la cual fue el disparador para poder concretar la articulación de las disciplinas, física y química con biología. Esto hace relevante el tema, así también como difundir el conocimiento de esta ciencia, aplicar el método científico con su estructura peculiar y etapas, el manejo de diferentes variables, como la temperatura, medidas específicas, uso de laboratorio y/o elementos afines mediante la manipulación de objetos con sus respectivas precauciones, las estructuras moleculares, comparaciones de resultados, las experiencias de formar cristales de sacarosa, importantes desde el punto de vista

físico y químico. Desde el punto de vista biológico entender la estructura anatómica y fisiológica del riñón, y la importancia de sus afecciones en relación a la formación de cristales en su interior, en este caso, por la acumulación del calcio, ya que es la más común, finalmente hacer “investigación” como herramienta relevante en las ciencias naturales.

Objetivos generales:

- Aplicar la articulación entre Nivel Medio y Nivel Superior como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en Ciencias Naturales.

Objetivos específicos:

- Articular 1er Año del profesorado en Física (Nivel Superior) con 3er Año del ciclo básico (Nivel Medio) mediante la Cristalografía como ciencia.
- Relacionar mediante la articulación ciencias como, Biología, Física y Química.
- Desarrollar en estudiantes del 1er Año del Profesorado en Física, competencias y herramientas necesarias para la enseñanza.
- Vincular al estudiante universitario con el contacto áulico desde el primer año de su carrera.

Propuesta didáctica: enfoque y fundamentos

Disciplinas pertenecientes al campo de las Ciencias Naturales, como Biología, Física y Química, articuladas, son de relevancia a la hora de la enseñanza, ya que una respalda a la otra y viceversa. En la actualidad enseñar Ciencias Naturales en el aula es un desafío para cada docente. Sabemos que la enseñanza no es solo teoría, sino que se necesita llevar la teoría a la práctica para un aprendizaje significativo para cada estudiante. *“La relación teórica-práctica puede ser entendida de diversas maneras que impactan en la práctica docente. La más ingenua radica en sostener que la práctica se justifica y vale por sí misma. Otra forma de entender la relación teórica-práctica consiste en valorizar la teoría y considerar a la práctica como una mera aplicación de aquella. En este caso la práctica instrumenta casos particulares en función de la propuesta teórica, fácilmente subsumibles en la generalización de esta última. También se ha entendido a la práctica como una técnica de manipulación, como arte de operar y disponer de cosas y hombres. Calcular, planificar y legitimar procedimientos garantizaría la eficacia de la práctica y el cumplimiento de sus objetivos. Actualmente, la revisión de la relación teórica-práctica, permite repensarla como el modo de ser los sujetos en su situación histórica, en la cual todo es creado por su capacidad de hacer y pensar mutuamente sostenidas. No hay ser humano sin pensar y el mismo pensar implica una práctica específica. De este modo teoría y práctica se reconcilian en la praxis, en vistas a la acción creadora de hombres”*⁷. El conocimiento, la teoría y la práctica interactúan constantemente, esto implica: uso de laboratorios, uso de pasos, investigación, indagación, construcción de conceptos, entre otros. En la actualidad, no todos los colegios secundarios cuentan con los recursos y materiales necesarios para ejecutar lo que el docente planifica para sus prácticas. El docente tampoco cuenta con el tiempo necesario para llevar a cabo investigaciones o trabajos. Es a raíz de estos problemas donde surgen las estrategias de cada docente, del cómo hacer ciencia sin elementos indispensables como los mencionados anteriormente, y donde entraría en juego, el uso de los diferentes modelos y estrategias didácticas. Es necesario entender que el papel del docente a la hora de enseñar

⁷ Guyot, Violeta (2011) “Las prácticas del conocimiento. Un abordaje epistemológico” Educación – Investigación – Subjetividad. Ed. Lugar. pág. 48

ciencias, es el que guía, orienta, instruye, induce, es el nexo necesario entre el conocimiento y el estudiante; entre teoría y práctica. A través de esta propuesta los adolescentes del nivel medio, no solo incorporan conocimientos, si no también aprenden a trabajar en equipo, cooperación, compromiso, además de valores como la solidaridad, el respeto a la opinión y críticas del otro. A poner en práctica un método de investigación, llevándolos a la inducción y deducción de problemas; para lograr diferentes enfoques de un objeto en común. Con respecto a los estudiantes del nivel superior, aprenden a planificar, a buscar estrategias, a investigar, a relacionarse, vencer los miedos que implican las prácticas, a manejar tiempos y a trabajar en equipo, estimula la búsqueda del conocimiento constante, a conocerse a sí mismos y a participar con responsabilidad.

Secuencia didáctica

Desde estudiantes de 1º año.

Capacitación en Cristalografía para Docentes y Estudiantes Universitarios. Propuesta a los estudiantes de primer año a realizar cristales de azúcar. Planificación de clases teóricas - prácticas y selección de bibliografía específica. Elaboración propia de textos para trabajar en el aula. Elaboración de guías de laboratorio: objetivos, materiales y procedimientos. Elaboración de cuestionarios guías para trabajar conceptos relevantes. Selección de recursos didácticos: video de cristalografía. Elaboración guías de recomendaciones para el manejo y uso de laboratorio. Elaboración de cristales de azúcar. Comparación de cristales de azúcar con cristales formados en el organismo. Elaboración de proyecto y Socialización del proyecto. Intercambio de opiniones y puesta en común sobre la articulación realizada.

Desde estudiantes de 3º año.

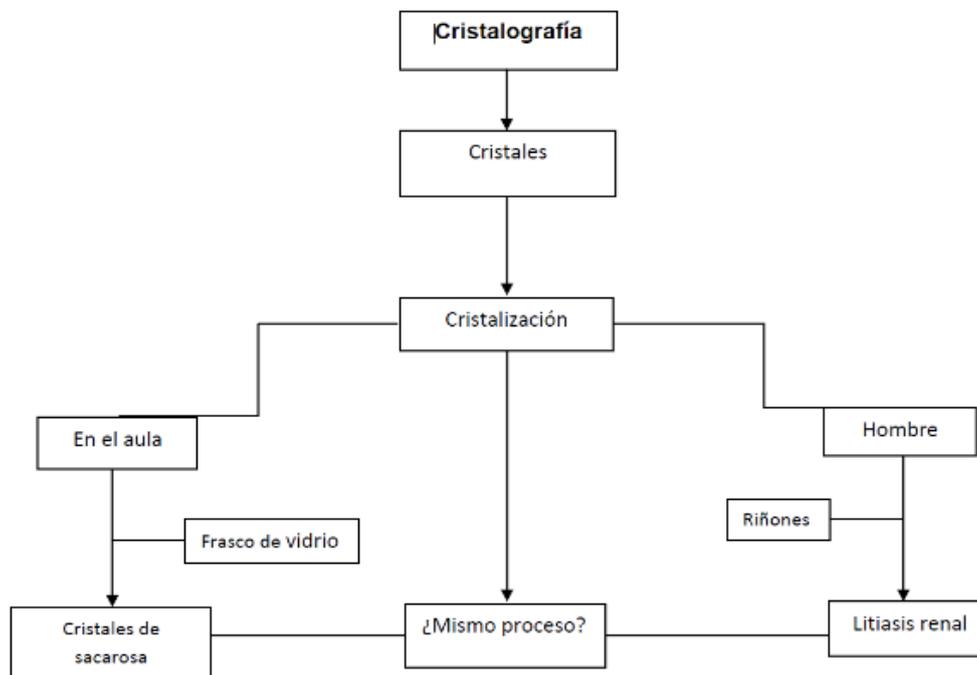
Conformación de equipos de trabajo. Elaboración de maquetas. Experiencias de laboratorio: realización de cristales de naftalina y de azúcar. Observación en microscopio y registro de los cristales en formación. Conclusiones de cristales bien formados y fallidos. Elaboración de informes científicos. Elaboración de videos. Comparación de cristales de azúcar con cristales formados en el organismo. Intercambio de opiniones y puesta en común sobre la articulación realizada.

Metodología

Metodología empleada por la docente y los estudiantes de Nivel Superior

Se buscó potenciar las diferentes estrategias con cada actividad que se llevó a cabo. Combinando los distintos estilos de aprendizaje, entre los cuales se identifican los estilos teórico, activo, reflexivo, y pragmático. indagación en las ideas previas de los estudiantes, desarrollo de conceptos, búsquedas experiencias de laboratorio sencillas, trabajó en equipo, resolución de problemas, representación de roles con actividades diversas, investigación específica, intercambio de opiniones entre pares, observación dirigida; participación activa en temas abiertos en situaciones complejas, en sesiones de preguntas y respuestas, en sesiones estructuradas; imitación de modelos científicos, elaboración de planes de acción con indicaciones prácticas y aplicación técnicas. Modelización de modelos y analogías.

Figura 1 Procedimiento de la investigación



Metodología empleada de los estudiantes de Nivel Medio

Para la realización del proyecto de investigación “¿Un cristal en nuestro riñón?”, es la hipotética deductiva. Se investigó el tema proceso cristalino, cristalización, cristalografía y los cristales, y se realizó la técnica para elaborar cristales de sacarosa. En el tema de litiasis renal se investigó, lo que es, tipos y procesos de formación, para luego realizar la comparación y poder relacionar estos procesos. Las técnicas que empleamos fueron recolección de datos, entrevistas informales a profesionales, experiencias, y análisis de datos.

Resultados

Los resultados de la propuesta fueron respondiendo a las diferentes variables que se han tenido en cuenta, grupo etario, planificación de las clases en cuanto a la carga horaria, los conocimientos previos del grupo, adaptaciones de los contenidos, el espacio físico, recursos materiales y humanos con los que contaba el establecimiento educativo, bajo el contexto en el cual se ha trabajado la articulación. La capacitación en Cristalografía ha permitido llevar los contenidos al aula de una manera más motivadora a la hora de enseñar dicha ciencia, que, a su vez, permitió poder enlazar las ciencias de manera más significativa para cada grupo de estudiantes del nivel medio. La organización de las actividades, la conformación de equipos de trabajo en cuanto a la distribución de las tareas, y el feedback entre los estudiantes del 1er año del profesorado en física y la docente han permitido que las clases sean satisfactorias, atendiendo las necesidades que se podrían haber llegado a presentar. La articulación en este caso tuvo resultados positivos, esto se evidencia en el trabajo que han podido elaborar los estudiantes de 3er año del ciclo básico, ya que luego de la elaboración de cristales de sacarosa pudieron abordar, manipular los pasos del método

científico indagando constantemente y manejando las diferentes variables de la experiencia, modelizando los modelos y aplicando analogías, culminando el proceso de investigación pudiendo analizar los datos y resultados para abordar una conclusión.

En la primera etapa de la articulación se realizó una introducción teórica sobre el tema. Indagamos en los conocimientos previos de los alumnos y abordamos con éxito conceptos generales. Hicimos hincapié en el proceso de cristalización considerando que era necesario explicar los fenómenos internos de la materia para que luego de la experiencia sean los alumnos de la secundaria quienes con un lenguaje científico específico pudieran abordar a las conclusiones sin mayores dificultades. Dividimos al curso de treinta y seis estudiantes en grupos de aproximadamente cinco personas e hicimos un seguimiento continuo en el aprendizaje de los alumnos que se fue desarrollando de manera muy favorable.

La segunda etapa fue el proceso de cristalización con elaboración de cristales de naftalina, y cristales de sacarosa, teniendo como resultados motivación del grupo, planteamientos de problemas, hipótesis y posibles errores. En esta etapa se trabajó en las precauciones que se deben tener en cuenta en el laboratorio, y la precisión rigurosa que debe hacerse en los objetos de estudio, siendo los resultados, clases muy fructíferas comprobando la parte teórica con la práctica, constatando que la experiencia al ser observada, medida y tratada de cierta manera tiene explicaciones lógicas, que en conjunto con otras constituye teorías científicas.

En la etapa final, se analizaron los cristales obtenidos, comparando con la teoría, y se formularon conclusiones con realización de informes, siendo los resultados, creatividad, puesta en común fundamentada, pluralidad de opiniones e ideas. Es importante destacar que trabajar con las nuevas tecnologías ha sido favorable en el transcurso de la articulación.

Conclusión

Es posible aplicar articulación entre Nivel Medio y Nivel Superior como estrategia didáctica ya que fortalece el proceso enseñanza-aprendizaje en Ciencias Naturales. La articulación favorece y genera vínculos necesarios entre los estudiantes de ambos niveles, vínculos de afectos y sociales que permiten la adquisición de saberes con entusiasmo y motivación. Esta alternativa de implementar articulación entre cátedras de nivel superior y nivel medio es enriquecedora para ambos, ya que fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, entrelazando saberes de distintas ciencias como la biología, física y química con la cristalografía. Las articulaciones son posibles, por lo que generan dentro del aula; un ámbito de trabajo en el cual la ciencia y su conocimiento, la teoría y la práctica se retroalimentan constantemente. Donde el tiempo empleado pasa a ser una inversión en saberes adquiridos. El trabajo en equipo no solo es beneficioso para los estudiantes sino también entre docente – estudiante; estudiantes – docente. Las parejas pedagógicas dentro del aula satisfacen todo tipo de necesidades que puedan surgir dentro del contexto áulico. El trabajo de articulación estimula a todos los partícipes, formando estrategias indispensables a la hora de enseñar. La simplicidad se vuelve ciencia y la ciencia, en saberes necesarios para cada uno de los sujetos que formamos parte de un establecimiento educativo.

Este trabajo de articulación ha permitido enseñar ciencias naturales, modelizar teorías, trabajar con analogías, argumentación, estrategias propicias que reflejan la adquisición de conceptos en los estudiantes. Es una herramienta indispensable para llevar a cabo en los institutos de formación docente para ser llevado a cabo como pilar sustentable a la hora de enseñar ciencias.

Autores

Mansilla, Laura Gabriela, Profesora en Biología. Docente Auxiliar, cátedra Biología I, Profesorado en Física. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos. Especialista Docente en Nivel Superior en Políticas y Programas Socioeducativos. (Realizando el trabajo final)
Especialización Docente de Nivel Superior en Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Secundaria. (Realizando el trabajo final)
Especialización en Educación Científica (Cursando)

Conte, Diego: Licenciado en Ciencias Aplicadas egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Profesor en Matemática, Profesor en Física egresado del Instituto de Enseñanza Superior "Victoria Ocampo". Especialista en Educación Científica (falta trabajo final) de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Actualmente se desempeña como Profesor Ordinario Adjunto de Física General II, Laboratorio II, Profesor Adjunto interino en Física General I en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Profesor Titular Interino en Física General en la Universidad de Concepción del Uruguay, Director de Carrera del Profesorado en Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Integrante del Grupo de investigación en Problemática Educativa y Docente Investigador categoría V de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Ha participado en numeroso congreso desempeñándose principalmente en el área la enseñanza de la Física y las TIC.

Investigación y producción holográfica como proyecto interdisciplinario.

Hugo Minetti, Instituto de Formación Docente "Ercilia Guidali de Pisano", Paysandú



Resumen

Con el fin de aprovechar al máximo los aprendizajes adquiridos por los estudiantes así como las posibilidades formativas y de mejoramiento de sus competencias referidas al trabajo científico, se realizó un proyecto interdisciplinario que involucró actividades de investigación y producción holográfica.

Fueron desarrollados dos ciclos de investigación-acción, 2016 y 2017, en el marco del espacio: "Proyecto interdisciplinario" de cuarto año del Profesorado de Física, del Instituto de Formación Docente de Paysandú (IFD).

La holografía es un método de recuperación integral de la información, que involucra técnicas de producción de imágenes tridimensionales sobre una película fotográfica de características especiales. El registro de las mismas requiere de conocimientos técnicos y control de muchas variables físico - químicas que justifican la elección de la holografía en un espacio de trabajo interdisciplinario.

El primer ciclo consistió en un trabajo de revisión bibliográfica, que entre otros aspectos permitió tomar conocimiento de los escasos antecedentes existentes en Uruguay sobre investigación y producción holográfica. Incluyó además el diseño experimental para las actividades de producción holográfica, lo que permitió realizar las primeras pruebas de registro de hologramas que, aunque si bien no lograron los resultados esperados, hicieron posible identificar una serie de variables que eran necesarias controlar a fin de mejorar los resultados en futuras instancias, aportando datos cuantitativos y cualitativos para el trabajo monográfico.

Los datos recopilados en este primer ciclo, permitieron mejorar las experiencias en el segundo, lo que llevó a la obtención de hologramas de óptima calidad durante el presente año.

La investigación y producción holográfica promueve la actividad conjunta, la relación de cooperación entre los alumnos y entre éstos y el profesor.

El trabajo monográfico, así como las actividades de producción y difusión de resultados, que incluye la elaboración de un video de divulgación, permitió constatar y valorar el carácter formativo y multidisciplinario de este proceso, así como su impacto positivo en la motivación de los estudiantes.

Palabras Claves

Proyecto Interdisciplinario, Holografía, Investigación – acción, Formación docente.

El proyecto y su abordaje interdisciplinar

El seminario: "Proyecto Interdisciplinario" es una materia de cuarto año de la carrera de Profesorado de Física (Plan 1998) del Instituto de Formación Docente de Paysandú. Tiene una carga horaria de dos horas semanales y se propone aprovechar los aprendizajes realizados por los estudiantes en años anteriores, en particular la aplicación de conceptos físicos a diferentes situaciones para profundizar las líneas de trabajo desarrolladas en el curso de Espacio Interdisciplinario de primer año de dicha carrera. Durante el desarrollo del seminario estudiante debe realizar una indagación – investigación que culmine en un trabajo de carácter monográfico. Además de lo anteriormente señalado, en esta experiencia --previa aprobación de la Sala del Departamento de Física del IFD de Paysandú-- se propusieron actividades experimentales tendientes a la producción real de un holograma, como forma de motivar y enriquecer el trabajo. Si bien la holografía no es un tema nuevo y existen reconocidas universidades, institutos y empresas internacionales que día a día nos asombran con nuevos hallazgos y aplicaciones, el trabajo de recopilación bibliográfica e información realizado por los estudiantes posibilitó entre muchos aspectos, constatar que en nuestro país existen muy pocos antecedentes de producción holográfica de esta índole. Una de las experiencias de producción holográfica más destacadas fue la realizada en la década del 90 en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería⁸.

La investigación y producción holográfica es un trabajo y un proceso de bastante complejidad en donde se hace necesario el conocimiento, por un lado, de las técnicas fotográficas para la captura y procesamiento físico químico de la imagen y por otro lado el estudio y el conocimiento de un conjunto de leyes relativas a la física (teoría ondulatoria, mecánica, óptica eléctrica y electrónica).

Por otro lado exige una "comprensión" de los procesos y fenómenos referentes a la formación de la imagen mental tridimensional (estereoscopía y estereopsis), vinculadas a la percepción holográfica, lo que relaciona aspectos biológicos a ser tratados.

El preparado químico de las soluciones utilizadas para el revelado de las películas exige un mínimo de conocimiento en esta área y el aprendizaje de determinadas destrezas para la manipulación y utilización de las sustancias.

El trabajo monográfico por su parte exige la implementación de herramientas que atañen a la producción escrita, habilidades en la búsqueda de información, conocimiento de determinadas normas de redacción monográfica y por último la utilización de recursos audiovisuales para elaborar material de difusión y publicación de resultados.

En definitiva, este enfoque interdisciplinar sobre holografía trata de aprovechar al máximo todas las posibilidades educativas que brinda cualquier situación de instrucción y en este caso particular, concebida además íntimamente vinculada con la sociedad actual (contexto socio-histórico-cultural) y profesional del estudiante.

Información aportada por el ingeniero Horacio Failache Estellano, Laboratorio de Espectroscopía Láser, Instituto de Física, Facultad de Ingeniería – UdelaR.

¿Por qué holografía?

“Como seres humanos, nuestra consciencia está dominada por las impresiones visuales. Durante siglos hemos intentado capturar y reproducir el mundo real, el mundo tridimensional. Los hombres de las cavernas ya lo hacían mediante sombras en sus pinturas y, más tarde, durante la Época Medieval surgió la revolución artística de la perspectiva” (Mereu, 2012).

Lejos de perder trascendencia social, desde los años 60 los hologramas han sido fuente de constante actualización e innovación tecnológica: impactan, venden, entretienen y mantienen ocupados a aficionados, técnicos y científicos, quienes encuentran en las galerías de arte, museos, equipos de videojuegos y empresas publicitarias potenciales clientes.

En la actualidad la constante evolución de las imágenes digitales y la interacción del público con éstas son más fuerte que nunca; pantallas táctiles y ahora holográficas en tabletas y celulares, la realidad aumentada, el cine en 3D con polarización circular, televisores con gafas activas, paneles y sistemas electrónicos para producir imágenes tridimensionales, posibilita aún más la interacción del consumidor y posibilita nuevas formas de aprendizaje.

Mereu (2012) afirma que los cambios producidos por la introducción del mundo digital han permitido la superación de la representación del espacio según las leyes de la perspectiva, proponiéndonos nuevas formas espaciales y que, en consecuencia, “las transformaciones técnicas se convierten evidentemente en transformaciones estéticas, que nos tratan de acercar cada vez más a una realidad virtual”.

En esta línea, Jonathan Steuer (citado por Parés 2010) plantea que la estética holográfica “es un tipo de imagen conectada con la sociedad contemporánea, en la que las personas, a través de Internet quieren estar en lugares lejos del sitio de grabación y desplazar su cuerpo a distintos espacios” mientras que Beléndez (2009) recuerda que para Stephen Benton, uno de los pioneros de la holografía, “es la intersección de la ciencia, arte y tecnología lo que hace la holografía tan interesante”.

Ciertamente la holografía es uno de los campos científicos que ha proporcionado un medio para el arte. Desde una macro visión, ya podemos identificar un potencial carácter interdisciplinar entre arte, ciencia y Tecnología.

También es posible reconocer en lo anteriormente expuesto suficientes insumos para motivar a los estudiantes y encarar el desafío de una experiencia de producción real de hologramas.

A continuación se señala brevemente qué se entiende por holografía y holograma, así como algunas características de funcionamiento y las variables que intervienen para su creación con el fin de contextualizar el tema en el marco de la asignatura y su carácter interdisciplinar.

Objetivos y aspectos metodológicos

La adecuada implementación de este proyecto interdisciplinario de investigación y producción holográfica implica una clara delimitación de los objetivos y su abordaje. Destacamos como generales los siguientes:

- Adquisición por parte de los estudiantes de las nociones básicas sobre la visión tridimensional.
- Aprendizaje de los fundamentos de la holografía, así como del conocimiento de los principales tipos de hologramas y los fenómenos físicos, químicos y biológicos involucrados en la producción de imágenes holográficas y su visualización.
- Conocimiento de los procedimientos fotográficos, técnicas y materiales utilizados para la adquisición de imágenes, registro y producción de hologramas.

Además de la revisión bibliográfica, el proyecto incluyó actividades prácticas de laboratorio para realizar hologramas básicos, de tal modo que se logren aprendizajes más significativos y experiencias vivenciales que posibiliten el enriquecimiento personal y profesional (docente), permitiendo posteriormente continuar la investigación.

En lo que refiere a los contenidos a abordar, se refirieron fundamentalmente a visión 3D (estereopsis, agudeza y profundidad visual, imágenes estereoscópicas), óptica (espejos planos, divisores de haz, lentes. Colimadores, onda, fase, coherencia, frente de ondas, interferencias, difracción, reflexión), láser (fuentes de energía, construcción y tipos, energía, potencia eléctrica, longitud de onda y espectro de la luz visible, aplicaciones, precauciones de uso y protección), fotoquímica holográfica (emulsiones HD, procesos de revelado, fijado y blanqueado, soluciones, productos químicos, normas de seguridad, indicaciones y etiquetas estándar).

Es necesario tener en cuenta que para su adecuada ejecución, la propuesta exige una experiencia de investigación en los profesores y otros miembros del Departamento Docente y una continua actualización a fin de acompañar oportunamente los aprendizajes de los estudiantes.

No menos importante es el necesario trabajo de apoyo del docente respecto a la elaboración de cronogramas y coordinación de los espacios para la realización de las actividades interdisciplinarias, y de aquellas vinculadas a las experiencias de producción, que implican muchas horas extras de trabajo. Se requiere además, considerar modos de evaluar diferentes en estos espacios "informales" de aprendizaje sin perder de vista el doble rol de orientadores y de evaluadores.

Holografía y hologramas

Según la Real Academia Española (2017), "Holografía" proviene de "holo" y "grafía" que significa imagen entera". Esto es, una imagen que puede ser vista en su totalidad y no limitada por la representación bidimensional de una fotografía.

Serra y Moreno et. al. (2008, 2013) señalan el carácter integral y tridimensional de la imagen y que la holografía "es un método de recuperación integral de la información, relativa al campo de irradiación difundida por un objeto real, que permite obtener imágenes ópticas tridimensionales de distintos tipos de objetos".

La holografía refiere a técnicas de registro de información de un determinado objeto real o imagen, sobre una placa fotográfica de características muy especiales y a la reconstrucción de la misma, hecho que permite visualizar esta información como una imagen tridimensional.

Mediante el proceso de registro se almacena o imprime la información necesaria de un objeto sobre la placa y mediante la reconstrucción –iluminando la película con luz blanca directa o luz láser, similar al haz de referencia empleado en el registro--, apreciamos la imagen aparente o virtual tridimensional. Este hecho y el efecto que causa, la asemejan a la imagen real.

El material fotosensible ya impresionado y procesado (película o placa holográfica), soporte de esa información, constituye un holograma.

Al mirar el holograma el espectador tiene la impresión de ver, a través de una placa de vidrio, un objeto realmente existente y puede observarlo desde diferentes ángulos. Aparece sobrepasando sus límites hacia afuera y/o hacia dentro de su marco y permite ver la imagen en relieve. En este caso podemos hablar de imagen holográfica como imagen virtual.



La placa recibe la luz laser roja directamente por el frente y el reflejo de la que impacta con el objeto (llave) por detrás. Sobre la placa se produce la interferencia de ambos rayos, lo que produce el registro. Se trata de una holografía por media de la técnica de reflexión.

Fotografía tomada en la experiencia 3 (Agosto 2017)

La experiencia

Fueron desarrollados dos ciclos de investigación-acción, en 2016 y 2017, en el marco del espacio: "Proyecto interdisciplinario" de cuarto año del Profesorado de Física, del Instituto de Formación Docente de Paysandú (IFD).

El primer ciclo consistió en un trabajo de revisión bibliográfica, que entre otros aspectos permitió tomar conocimiento de los escasos antecedentes existentes en Uruguay sobre investigación y producción holográfica. Incluyó además el diseño experimental para las actividades de producción holográfica, lo que permitió realizar las primeras pruebas de registro de hologramas que, aunque si bien no lograron los resultados esperados, hicieron posible identificar una serie de variables que eran necesarias controlar a fin de mejorar los resultados en futuras instancias, aportando datos cuantitativos y cualitativos para el trabajo monográfico.

Los datos recopilados en este primer ciclo, permitieron mejorar las experiencias en el segundo, lo que llevó a la obtención de hologramas de óptima calidad durante el presente año.

A su vez, la experiencia e información acumulada, permitió sistematizar y controlar algunas condiciones y variables necesarias para la producción de holografías.

Condiciones y variables necesarias para holografía.

En el proceso de producción holográfica se tendrán que satisfacer varias condiciones para que realmente se produzca un resultado satisfactorio. A continuación se citan las principales.

- a) Coherencia de la luz empleada

Si bien la comprensión de este concepto hace necesario el abordaje de otros conceptos físicos que deben explicarse, nos remitiremos aquí solo a indicar que esta condición solo se cumple adecuadamente utilizando un láser como fuente de luz para la realización de hologramas.



Dentro de esta técnica, (siempre utilizando laser verde, rojo, azul o mixto) la forma en que se monta el sistema y la forma y lugar desde donde se ilumina la placa fotográfica, definen el tipo de técnica empleada.⁹

b) Poder de resolución del material de registro o placa holográfica

Debe ser elevado pues las franjas de interferencia (esto hace referencia a la resolución de la imagen en términos más sencillos) suelen tener separaciones del orden de unos pocos micrómetros (10×10^{-6}). Una placa fotográfica común no es capaz de obtener un registro con estas condiciones.

c) Sistema experimental anti-vibratorio

Esto es un sistema con ausencia total de movimientos y vibraciones de los materiales que intervienen en la formación del holograma, (vibración del sistema, del objeto, del espacio físico o lugar donde se realiza así como la consideración del entorno en general y las corrientes de aire, incluso sonidos).

d) Otras características necesarias de la fuente de luz láser



Así como la coherencia es necesaria, deben considerarse la distancia de la fuente hasta la placa fotográfica holográfica, minuciosos tiempos de exposición de las placas a la luz, potencia y estabilidad eléctrica y lumínica de la fuente laser.

Fotografía del primer sistema elemental de registro holográfico (laser rojo) por medio de la técnica de reflexión. Montado sobre arena y espuma de poliuretano.

⁹ Técnicas: Holografía por la técnica panorámica, por reflexión, por transmisión o arco Iris.

Condiciones de luz de los espacios de producción

- a) Ausencia de luz total.

Ausencia de luz blanca que pueda provenir del exterior o fuentes de iluminación, verificación de que no existan encendidos ningún tipo de dispositivos tales como LED indicadores de la TV, router, relojes, microondas o fuentes de energía, pantallas de celulares entre otros. Se tolera sí, una fuente piloto de luz, con longitudes de ondas permitidas según indicaciones del fabricante de las placas.

- b) Minucioso procedimiento de revelado de las placas.

Existen condiciones de montaje para el laboratorio, materiales y tiempos exactos de la película en los líquidos de revelado y blanqueado. También existen condiciones en la manipulación de las placas.

- c) Exactitud en las fórmulas y soluciones de los reveladores químicos preparados y utilizados.

Fotografía de archivo personal. Preparación de los productos de revelado y blanqueado por parte de estudiantes generación 2016.



Características cualitativas de los objetos a holografar.

La cualidad del objeto a holografar influye en el resultado final; tamaño, textura material, color y ubicación son variables a tener en cuenta.

Otras consideraciones

-Estado de los materiales e instrumentos ópticos, soportes, vidrios porta- placas y porta- objetos, esterilización de recipientes, temperaturas entre otros.

En definitiva la realización implica el control de muchas variables que interactúan simultáneamente y de no ser consideradas en su totalidad impide la obtención de hologramas.

Este hecho vuelve a la actividad muy compleja aunque el registro en sí tarda solo 10 segundos y el procesamiento químico no más de 1 minuto en su totalidad.

Algunas reflexiones

Más allá de los resultados tangibles que los estudiantes han logrado --hologramas, monografías, guiones para la producción de videos tutoriales y cartelera-- es importante destacar que la experiencia de producción holográfica, que complementa y enriquece el trabajo monográfico, ha permitido la realización de actividades grupales en sus diversas modalidades.

Estas promovieron la cooperación entre los estudiantes, el sentido de pertenencia al grupo, fortaleciendo los vínculos de confianza y respeto entre los alumnos y entre estos y el profesor.

El trabajo monográfico, así como las actividades de producción y difusión de resultados, que incluye la elaboración de un video de divulgación, permitió constatar y valorar el carácter formativo y multidisciplinario de este proceso, así como su impacto positivo en la motivación de los estudiantes.

El hecho de contar con pocos antecedentes de trabajos similares de producción holográfica tiene aspectos favorables y desfavorables. Con respecto a los primeros, realizar una actividad casi inédita en nuestro país ha sido un factor de alta motivación para los estudiantes pero, por otra parte, no contar con antecedentes y registro de experiencias, deja a los estudiantes "solos" respecto a asesoramiento de profesionales a quien consultar en nuestro medio.

Por otro lado, la necesidad de contar con asesoramiento técnico para la ejecución de las actividades prácticas ha posibilitado establecer contacto con otras instituciones de nivel universitario que realizan actividades afines y que hoy por hoy asesoran a nuestros estudiantes en diversos aspectos.¹⁰

¹⁰ Asesora en aspectos técnicos de esta actividad desde mayo 2017, el Ingeniero Joaquín Lunazzi. Docente del departamento de física de la materia condensada, en el instituto de Física "Gleb Wataghin" de la Universidad de Campiñas (UNICAMP) Brasil.

Referencias bibliográficas

- Beléndez, Augusto. (2009). Holografía: ciencia, arte y tecnología. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, 1602. Recuperado el 12 de agosto de 2017, de <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a11.pdf>
- Mereu, Francesca. (2012). *El videograma como práctica artística: propuesta experimental en la visualización 3D* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de Valencia, Valencia, España.
- Parés, Narcís; Pares Roc (2010). *Realidad virtual*. Barcelona: FUOC. Recuperado de http://cv.uoc.edu/annotation/8ebfc11d61d9fb2feed41b629265e634/463715/PID_00150738/modul_3.html
- Real Academia Española (2017). *Diccionario de la lengua española* (23. ed.). Recuperado en 18 de agosto de 2017, de <http://www.rae.es>
- Serra Toledo, Rolando; Vega Cruz, Gilda; Ferrat Zaldo, Angel; Lunazzi, José; Magalhães, Daniel. (2008). Fundamentación del holograma como un medio de enseñanza de la Física. *Latin-American Journal of Physics Education*. Vol. 2, No. 3, Sept. 2008. P. 294. Recuperado en 12 de agosto de 2017, de https://www.researchgate.net/publication/41847113_Fundamentacion_del_holograma_como_un_medio_de_ensenanza_de_la_Fisica
- Serra Toledo, Rolando, & Moreno Yeras, Alfredo. (2013). La holografía en la divulgación y conservación del patrimonio cultural cubano. *Arquitectura y Urbanismo*, 34(3), 86-89. Recuperado en 20 de agosto de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982013000300009&lng=es&tlng=es.

El concepto de diferenciabilidad en las funciones reales de variable vectorial.

Julio A. Ponce de León^(1,a), Gerardo Diego Moren^(1,b), Marisa Viviana Romero^(1,c)

Pertenencia Institucional:

1. Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, sede Concepción del Uruguay.

(a) julponce@gmail.com (b) gemoren@yahoo.com.ar (c) marisaro_28@yahoo.com.ar

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

Al abordar el concepto de función diferenciable se destaca la ventaja y utilidad de reemplazar localmente una función por una expresión de la forma $y = m x + b$ (función afín), la que resulta adecuado para aproximar el valor de la función y manipularla en un entorno del punto.

En un curso de primer nivel de Cálculo, la derivabilidad de una función en un punto garantiza el poder hallar la función afín que la reemplaza en un entorno de dicho punto, que no es otra que su recta tangente, además de garantizar la continuidad de la misma en ese punto. Queda fijada entonces la riqueza del concepto de derivada en el estudiante, la derivabilidad de una función es una idea central, y saber que una función es derivable, asegura la buena aproximación afín de la misma.

Los estudiantes de un segundo nivel de Cálculo (Cálculo Multivariado) usualmente transfieren estas ideas a las funciones de variable vectorial; y el concepto de derivada parcial como correlato de la derivada de las funciones de una variable se muestra insuficiente para asegurar diferenciabilidad y continuidad.

Así la derivada, considerada como concepto inclusor de la derivada parcial, puede inducir a generalizaciones erróneas, es decir, la extrapolación de condiciones de diferenciabilidad y continuidad cuando la variable independiente pasa a ser un vector.

Se hace indispensable el diseño de actividades que hagan que este concepto se convierta en un concepto sostén, para que la información que se está procesando se integre en un aprendizaje sustentable mediante las relaciones correctas entre las derivadas de funciones escalares y las de variable vectorial.

Se propone un modelo de *cambio conceptual* mediante una secuencia de actividades que permitan una relación entre ambas ideas y produzcan aprendizajes significativos en los estudiantes.

Palabras claves: Diferenciabilidad – Derivada – Cambio Conceptual.

Desarrollo del trabajo

Introducción

Dado que una de las metas de este congreso es promover el diálogo entre las ciencias básicas y las ciencias de la educación en clave interdisciplinaria se desarrolla este trabajo dentro del marco del Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS) (Galagovsky, Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable Parte I: El Modelo Teórico, 2004) (Galagovsky, Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte II: Derivaciones Comunicacionales y Didácticas, 2004)

El procedimiento metodológico básico para enfrentar un problema ingenieril consiste en representarlo de forma conveniente para lograr una sustitución del sistema real por uno más sencillo para el tratamiento formal, con la finalidad de obtener conclusiones válidas que permitan predecir el comportamiento del sistema real.

Así, las herramientas lógico-matemáticas brindan un marco útil para representar mediante un conjunto de símbolos y reglas, el comportamiento de los sistemas reales a través de un modelo matemático.

En las carreras científico-tecnológicas, el estudio de la matemática otorga al estudiante una herramienta fundamental en la modelización de procesos de todo tipo.

Muchos de estos modelos involucran el uso de funciones (de una o varias variables), las que pueden tener una expresión analítica complicada, hecho que dificulta la posibilidad de analizarlas: en general son difíciles de derivar e integrar y existe un alto costo computacional en su manipulación.

En general, en los problemas de aplicación ingenieril, basta con reemplazar la función que rige el fenómeno en estudio por otra más simple. En muchos casos, una función afín de la forma general $y = m x + b$ definida en el entorno de un punto, es suficiente para poder desarrollar el modelo y hacer predicciones acerca de su comportamiento bajo ciertas condiciones: el entorno debe ser pequeño y el error que se comete al reemplazar la función original por su aproximante afín debe estar acotado; esto simplifica notablemente los cálculos y provee resultados confiables .

El estudio de estas condiciones ocupa un lugar preponderante en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral, y en el dictado de un curso de primer nivel de Cálculo, el estudio de la derivabilidad de una función garantiza el poder hallar la función afín que la aproxima en el entorno de un punto, que no es otra que su recta tangente.

Luego de afianzar fuertemente el concepto de derivada, el estudiante del primer nivel puede concluir dos propiedades sumamente importantes:

- 1) La existencia de derivada finita de una función en un punto garantiza la continuidad de la misma en ese punto. (Condición necesaria.)
- 2) La derivabilidad de una función en un punto, asegura su diferenciabilidad, es decir, su "suavidad", o posibilidad de ser reemplazada localmente por una recta, y recíprocamente, si una función es diferenciable en un punto, su derivada existe en dicho punto. (Condición necesaria y suficiente.)

Queda así fijada entonces la derivabilidad de una función como una idea central, y el hecho de saber que una función es derivable en un punto, asegura la buena aproximación afín de la misma.

A continuación, se ilustran gráficas que se presentan frecuentemente a los estudiantes en un primer curso de Cálculo y reflejan algunas de las ideas que ellos tienen de cuando la aproximación afín es posible.

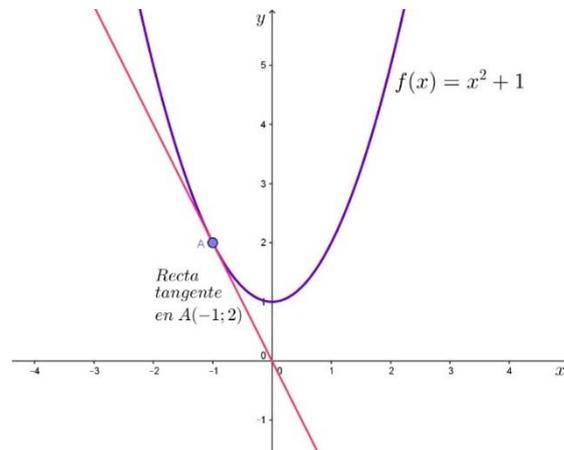


Figura 1. Gráfica de una función derivable y su aproximación lineal (función afín) en A . La pendiente de la recta tangente a f en un punto cualquiera $(c, f(c))$ es $m = 2c$.

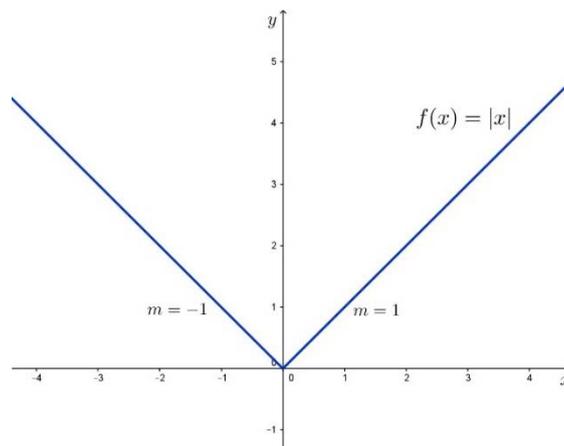


Figura 2. Gráfica de una función continua pero no derivable en el origen de coordenadas.

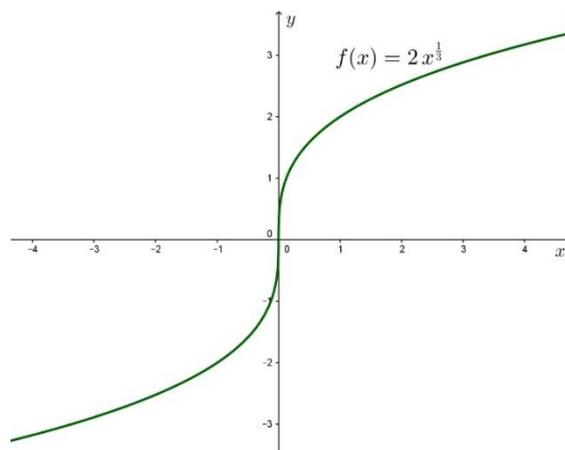


Figura 3: Gráfica de una función continua pero no diferenciable en el origen de coordenadas.

“Desde el inicio mismo del Cálculo Infinitesimal surge el concepto de diferencial, el cual constituye un elemento que permite linealizar, estimar errores y hacer cálculos aproximados [...]

Ya en 1755, en su texto sobre Cálculo Diferencial, Leonhard Euler enuncia claramente la regla para calcular la diferencial de una función de dos variables, en este trabajo el cálculo de las derivadas parciales no era más que un paso intermedio hacia su objetivo principal: el cálculo del diferencial.[...] En sus investigaciones en torno a las funciones reales de varias variables, el matemático alemán H. A. Schwartz (1843-1921) propone una función que no es continua en (0,0), pero que posee derivadas parciales en ese punto, cuestión que contrastaba fuertemente con las propiedades conocidas para las funciones de una variable. [...] Es lógico pensar que si la ciencia matemática tardó centurias para desentrañar las particularidades de un concepto que se muestra esquivo a la comprensión y a su ubicación en un sistema conceptual mayor, el proceso de enseñanza-aprendizaje del mismo se tornará no menos dificultoso.” (Gomez Fuentes P., Delgado Rubí J, 2014)

En el momento en que el estudiante se enfrenta al tema de la derivabilidad de funciones de variable vectorial, el concepto de derivada direccional/parcial, se relaciona de inmediato con el de derivada en una variable. Desde el punto de vista de Ausubel, podemos decir que la *derivada* es un concepto inclusor para el de *derivada parcial*. (Galagovsky, Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable Parte I: El Modelo Teórico, 2004) “Un concepto inclusor no es una especie de tira matamoscas a la que se adhiere la información, sino que desempeña una función interactiva en el proceso de *aprendizaje significativo*, facilitando el paso de la información relevante por las barreras perceptuales y sirviendo de base de unión de la nueva información percibida y el conocimiento previamente adquirido”

Pero, este concepto inclusor puede inducir a generalizaciones erróneas, es decir, la extrapolación de las propiedades enunciadas anteriormente sobre continuidad y diferenciability para las funciones de una variable a funciones de variable vectorial.

Se hace indispensable el diseño de actividades que hagan que este concepto se convierta en un concepto sostén, según el modelo MACCS para que la información que se está procesando se integre en un aprendizaje sustentable mediante las relaciones correctas entre las derivadas de funciones escalares y las de variable vectorial.

Un aspecto fundamental a tener en cuenta es que, detrás de la aparente semejanza de ambos conceptos: los dos son el límite de un cociente incremental, la naturaleza (escalar o vectorial) de las variables que intervienen implican consecuencias muy diferentes en ambos tipos de funciones. Se produce un conflicto cognitivo según Piaget, cuando el estudiante de cálculo vectorial transfiere el concepto de derivada directamente y llega a conclusiones erróneas al respecto. Esto hace que, al intentar reemplazar una función por su aproximante afín (espacio tangente), esta aproximación conduzca a resultados erróneos en el modelo que se está trabajando. Se propone un modelo de *cambio conceptual*. Mediante una secuencia de actividades, se presentan las cuatro condiciones para que pueda establecerse un cambio de concepción en los alumnos (De Posada)

Éstos deben encontrarse *insatisfechos* con sus propias concepciones. Los autores creen que si se logra esta situación los alumnos estarán necesitados de nuevas concepciones y se mostrarán receptivos por recibirlas.

- a) La nueva concepción debe ser *comprensible*. Se impediría la posibilidad de apropiación y maduración de la nueva idea si no fuera entendible por los alumnos.
- b) La nueva concepción debe resultar *plausible*. La concepción presentada deberá resolver de forma satisfactoria los problemas que la anterior no resolvía.
- c) La nueva concepción debe ser *fructífera*. Al ser aplicada a nuevas situaciones deberá resolverlas con éxito.

Propuesta de Trabajo áulico

Esta propuesta consiste en una secuencia de actividades a implementar donde las mismas tienen como objetivo que el estudiante pueda adaptar sus contenidos previos a la nueva situación producida por el hecho de trabajar con funciones de variable vectorial, que se resumen en:

- Para extender el concepto de derivada, hay que agregar elementos a la definición ya conocida en el curso anterior para que las expresiones tengan sentido ahora.
- Una función puede tener derivada finita en un punto y sin embargo no ser continua.
- Una función puede tener derivada finita en un punto, y sin embargo, no ser diferenciable.

El concepto central es ahora el de diferenciabilidad, ya que ésta sí asegura la continuidad (y la derivabilidad).

Actividades propuestas

Actividad 1.

Usted ya conoce el concepto de derivada de una función en un punto: Si $f : U \subseteq \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ y $x_0 \in U$,

entonces $f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ en el caso de que dicho límite exista. Ahora, si el

conjunto abierto U es un subconjunto de \mathbf{R}^n , o sea $f : U \subseteq \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$:

1. ¿Qué representan ahora x_0 y Δx ?
2. Analice cuidadosamente ahora el significado de $x_0 + \Delta x$ ¿Qué aclaración o aclaraciones es necesario realizar para que no existan ambigüedades?
3. ¿Puede ahora Δx estar en el denominador? De ser negativa su respuesta, ¿cuál o cuáles son las modificaciones que deben introducirse para que la definición anterior pueda aplicarse en este nuevo caso?

Aquí, la derivada aparece como el concepto sostén de una nueva definición, la de *derivada direccional*, ya que la naturaleza vectorial de $\overline{\Delta x}$ hace necesaria la modificación de la definición conocida.

Actividad 2.

Para las funciones $f : U \subseteq \mathbf{R}^2 \rightarrow \mathbf{R}$, cuyas reglas de asignación se dan a continuación, se pide estudiar la continuidad y derivabilidad de las mismas en el origen de coordenadas:

$$\begin{array}{ll}
 \text{a) } f(x, y) = \begin{cases} \frac{2x^3}{x^2 + y^2} & \text{si } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{si } (x, y) = (0, 0). \end{cases} & \text{b) } f(x, y) = \begin{cases} x \operatorname{sen} \frac{1}{x^2 + y^2} + y \operatorname{sen} \frac{1}{x^2 + y^2} & \text{si } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{si } (x, y) = (0, 0). \end{cases} \\
 \text{c) } f(x, y) = \begin{cases} \frac{xy}{x^2 + y^2} & \text{si } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{si } (x, y) = (0, 0). \end{cases} & \text{d) } f(x, y) = \begin{cases} \frac{x^2 - y^2}{x^2 + y^2} & \text{si } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{si } (x, y) = (0, 0). \end{cases} \\
 \text{e) } f(x, y) = \begin{cases} \frac{x^3 y}{x^2 + y^2} & \text{si } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{si } (x, y) = (0, 0). \end{cases} &
 \end{array}$$

En este ejercicio se presentan cinco funciones que cubren todas las opciones entre ser o no derivable y ser o no continua en un punto. A partir de la discontinuidad de las funciones de los ítems **c)** y **d)** en el origen de coordenadas, los estudiantes podrían inferir que, de acuerdo con sus conocimientos de funciones escalares, estas funciones carecen de derivadas en ese punto. Sin embargo, para la función del ítem **c)** al calcular las derivadas parciales en $(0; 0)$, se concluye que estas derivadas existen.

Es el momento de plantearse si las ideas preexistentes sobre la relación entre derivabilidad y continuidad son válidas en este contexto, ya que, por teorema recíproco al dado en el enunciado (1): si una función (escalar de variable escalar) no es continua en un punto tampoco es derivable en él.

Surge la cuestión de que, si realmente lo establecido en un primer curso de Cálculo Diferencial e Integral es válido para *todas* las funciones, o se hace necesario discriminar de acuerdo con la dimensión del dominio de la misma, o aun si existen otros aspectos a tener en cuenta para enunciar propiedades capaces de ser generalizadas.

“Los procesos ordinarios de aprendizaje propuestos como mecanismos que pueden remover creencias incorrectas y reparar modelos mentales defectuosos, según Chi, son: asimilación y acomodación. La asimilación consiste en implantar la proposición entrante dentro del modelo mental existente, mientras que, la acomodación implica una revisión profunda de la creencia incorrecta” (Bello, 2004)

Actividad 3.

Continuamos el trabajo con las funciones propuestas en la *Actividad 2*, pero ahora desde el punto de vista de la diferenciabilidad.

Esta actividad, se enfoca desde un acercamiento geométrico, para contribuir a la construcción del concepto a partir de la visualización.

El enunciado de esta actividad es: Graficar las superficies definidas en la *Actividad 2*, cerca del origen de coordenadas y discutir la suavidad de aquellas que son derivables.

Los estudiantes tienen presente la “suavidad” de la gráfica (en el caso de que esta sea visible) de una función diferenciable. Se pregunta a los alumnos si las superficies graficadas parecen ser la gráfica de una función diferenciable “cerca” del origen de coordenadas.

Se promueve aquí un conflicto cognitivo entre los resultados obtenidos en la *Actividad 2* y lo observado en esta actividad: si existen derivadas, la función debería ser diferenciable, aunque la gráfica parece indicar lo contrario.

En esta instancia se introduce la definición formal de diferenciabilidad, donde, con las condiciones enunciadas hasta el momento se puede inferir que la existencia de las derivadas es necesaria para que ésta se cumpla, pero no constituye una condición suficiente.

La intervención del docente para ayudar a descubrir la manera de formalizar el concepto de diferenciabilidad tiene en cuenta a los conceptos sostén que han ido apareciendo: Gráfica suave, Función Afín, Error de aproximación.

Se utilizan diferentes formas de lenguaje para ayudar a la construcción del concepto: coloquial, simbólico y gráfico.

“Solicitar a los alumnos que utilicen diferentes lenguajes como medios de expresión ayuda a detectar errores. Frecuentemente ocurre que un *aprendizaje aislado* o *significativo erróneo* conduce a expresiones del alumno poco precisas o inválidas, sin que este se percate de ello”. (Galagovsky, Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte II: Derivaciones Comunicacionales y Didácticas, 2004)

Actividad 4.

¿Qué implica qué? Sea $f : U \subseteq \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$ y $\vec{x}_0 \in U$. A continuación, se enuncian cinco afirmaciones sobre la función f :

- a) f es diferenciable en \vec{x}_0 .
- b) f es continua en \vec{x}_0 .
- c) f tiene derivadas parciales en \vec{x}_0 .
- d) f tiene derivada direccional en \vec{x}_0 en la dirección de todo vector $\vec{u} \in \mathbf{R}^n$.
- e) f tiene derivadas parciales continuas en alguna bola incluida en U con centro en \vec{x}_0 .

Completar el siguiente cuadro indicando con V en la línea i y columna j cuando la afirmación de la fila i implique la afirmación de la columna j y con una F cuando no la implique.

	a	b	c	d	e
a					
b					
c					
d					
e					

El cuadro de la actividad es una adaptación del ejercicio 27 del capítulo 2, sección 6 de la primera edición del libro de Cálculo vectorial de Claudio Pita Ruiz.

Actividad 5.

Una vez obtenida la definición de diferenciabilidad, se vuelve sobre las cuestiones iniciales, es decir, se trata de dar respuesta a si las relaciones entre diferenciabilidad, derivabilidad y continuidad son las mismas para las funciones de variable vectorial que para las de variable escalar.

Las preguntas-guía en este caso son:

1. ¿Existe relación entre la continuidad y la derivabilidad en el caso de funciones de variable vectorial?
2. ¿Cuáles son condiciones necesarias (o suficientes) para cuáles de los otros? (Se desprende del cuadro de la *Actividad 4*).
3. ¿Puede decirse que lo que ha aprendido es *más general* que lo que sabía antes? ¿O esto es otro caso independiente de lo anterior?

Conclusiones y/o recomendaciones

En cada curso se observa que las *ideas previas* sobre diferenciabilidad, si bien son conceptos inclusores, también se constituyen en obstáculos ya que es muy difícil que los estudiantes abandonen las ideas que quedaron arraigadas desde el cálculo de una variable. La tendencia a generalizar resultados es muy fuerte entre los alumnos.

Una variable que puede constituirse en obstáculo es el tiempo de implementación, ya que las actividades a realizar con los alumnos, los momentos de discusión e intercambio, la crítica de las conclusiones parciales a las que se va arribando requieren una considerable cantidad de tiempo, lo que complica la planificación de una asignatura por demás recargada de contenidos. El uso de un aula virtual (como ser la plataforma Moodle) ayuda a poder llevar a cabo gran parte de estas actividades.

"... La idea es que los alumnos estén activos durante la clase al argumentar con sus pares, producir y revisar sus propios conocimientos, tomar conciencia de sus conceptos nexos erróneos o incompletos y de sus *conceptos sostén* apropiados, y de los lenguajes que utiliza para expresarlos. Entendemos la participación de los alumnos como una construcción, un enriquecimiento, una resignificación y revisión metacognitiva permanente de los contenidos de sus respectivas estructuras cognitivas" (Galagovsky, Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte II: Derivaciones Comunicacionales y Didácticas, 2004)

Bibliografía

- Galagovsky, L (2004). Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2) 230-240, 2004, ICE, Barcelona, España. Parte 2: derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 349-364.
- Galagovsky, L (1993). Hacia un Nuevo Rol Docente. Editorial Lugar, Buenos Aires.
- De Posada, J. M. Capítulo 16, El Estudio Didáctico de las Ideas Previas, Málaga, España.
- Bello, S (2004). Ideas Previas y Cambio Conceptual. *Revista de Educación Química* 15[3] 60-67, México DF.
- Camino N (1995). Ideas Previas y Cambio Conceptual en Astronomía. Un Estudio con Maestros de Primaria sobre el Día y la Noche. Las Estaciones y las Fases de la Luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1) 81-96, 1995.
- Mahmud M, Gutierrez O (2010). Competencias Básicas. Estrategia de enseñanza basada en el cambio conceptual para la transformación de ideas previas en el aprendizaje de las ciencias. Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021. Buenos Aires.
- Gómez Fuentes P, Delgado Rubí J. (2014). La diferenciabilidad de las funciones de varias variables. Una propuesta de tratamiento metodológico. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 25 603-614, Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. <http://funes.uniandes.edu.co/4325/1/G%C3%B3mezLadiferencibilidadALME2012.pdf>
- Pita Ruiz C. (1995). Cálculo Vectorial. 1ra. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana S. A. Naucalpan de Juárez, estado de México.

Datos de los autores

Julio A. Ponce de León: Es Licenciado en Ciencias Aplicadas, egresado de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional en el año 2004 y profesor de Matemática y Cosmografía, egresado en el año 1991. Se desempeña como profesor asociado de Análisis Matemático, Historia de la Matemática y Seminario del Profesorado en Matemática de UADER FCyT, así como profesor Adjunto de Análisis Matemático en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultades Regionales Concepción del Uruguay y Concordia. Está cursando la carrera de posgrado: Especialización en Educación Científica dictada en UADER FCyT sede C. del Uruguay.

Marisa V. Romero: Es profesora en Matemática, egresada en la facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos de Concepción del Uruguay en el año 2009. Actualmente se desempeña como jefe de trabajos prácticos en las cátedras de Análisis Matemático II y III. Está a cargo de Matemática Discreta y Lógica y Matemática Elemental. Además de ser JTP de Análisis Matemático I y II de la U.T.N de la misma ciudad. Está cursando la carrera de posgrado: Especialización en Educación Científica dictada en UADER FCyT sede C. del Uruguay.

Gerardo D. Moren es profesor en Matemática, título obtenido el IES "Victoria Ocampo" de Concepción del Uruguay en el año 2003. Se desempeña como docente en las cátedras de Geometría I e Informática II de la carrera del Profesorado en Matemáticas y en Matemática III de la carrera de Licenciatura en Automatización y Control de Procesos Industriales de la UADER FCyT sede Concepción del Uruguay. Además, actualmente se encuentra cursando la Especialización en Educación Científica en ésta misma institución.

“La enseñanza de las Ciencias Naturales: aportes para la reflexión “

Aguirre, Ivanna – Rohr, Claudia- Seguí, Silvana

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE ENTRE RIOS- FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA-SEDE CDELU.

(a) agui-ivana@hotmail.com (b) rohrmclaudia@gmail.com (c) silvanasegui@hotmail.com

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo

Resumen:

Este trabajo muestra el abordaje teórico que hemos realizado para la ejecución de un proyecto de investigación aprobado por la Universidad Autónoma de Entre Ríos, con el que se pretende realizar un diagnóstico regional de cuáles son los factores que determinan en mayor medida la baja matrícula en los profesorados de Ciencias. Se pretende que los aspectos que se profundizan puedan aportar herramientas que permitan repensar la enseñanza de las Ciencias Naturales.

En la Facultad de Ciencia y Tecnología, sede Concepción del Uruguay de la mencionada universidad, la matrícula en el Profesorado en Física, Profesorado en Química y Profesorado en Biología, en un período desde el año 2007 a la fecha, tiene un promedio de 50 alumnos inscriptos por año. Esta es una cifra inquietante, si se tienen en cuenta que una parte de los alumnos inscriptos abandonan en el primer año de cursada, causando que en cursos avanzados de las carreras se cuente con un número muy reducido de estudiantes en el desarrollo de algunas asignaturas.

Dicha preocupación se extiende a nivel nacional en donde actualmente existe una notoria disminución de graduados en carreras vinculadas a la Ciencia y Tecnología. Las universidades en general, no cuentan con suficientes programas de orientación de matrícula, en consecuencia se considera como un posible factor la escasa difusión de carreras tales como los profesorados en Ciencias Naturales.

Entre los factores que afectan la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales consideramos relevantes abordar: La enseñanza tradicional y la imagen social de la Ciencia que construye el estudiante. Luego presentaremos el enfoque Ciencia-Tecnología y Sociedad como una estrategia para de minimizar el impacto de los factores mencionados.

Palabras claves: Ciencias Naturales. Factores. Matriculación

1. Introducción

El presente trabajo intenta realizar un abordaje reflexivo en relación a los aportes que desde las Ciencias de la Educación han sido valiosos para llevar a cabo el marco teórico que sustenta nuestro proyecto de investigación "Investigación diagnóstica: factores que influyen la baja matriculación en los Profesorados de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencia y Tecnología, de la Universidad Autónoma de Entre Ríos", aprobado y actualmente en ejecución según la resolución "cs" N° 140/ 17 de la UADER.

Múltiples investigaciones demuestran que la falta de motivación hacia el aprendizaje de cualquier disciplina científica, constituye una seria preocupación para los centros de formación de Profesores, por un lado influye directamente en el número de ingresantes y por otro refleja una posible falencia en cuanto a la formación profesional.

Dicha preocupación se extiende a nivel nacional en donde actualmente existe una notoria disminución de graduados en carreras vinculadas a la ciencia y la tecnología. Las universidades en general, no cuentan con suficientes programas de orientación de matrícula y en consecuencia, resulta escasa la difusión de carreras tales como los profesorados en Ciencias Naturales. El desconocimiento que pesa sobre el quehacer y los espacios curriculares que componen a dichas ciencias, provoca que la mayoría de los estudiantes se vuelquen a las carreras tradicionales cuando realizan sus elecciones vocacionales.

Por ello es esencial que las universidades puedan extender la divulgación de dichas carreras y realizar programas que contribuyan a una construcción por parte de los jóvenes de una imagen más real de las Ciencias Naturales.

Tal como se menciona en la publicación "La formación docente en el área de las Ciencias Naturales: ser o no ser profesor de ciencias" de la revista de divulgación científica "Red Iberoamericana" (2013), los alumnos manifiestan que tuvieron un conocimiento escaso en los espacios curriculares de Física, Química y Biología, resaltando lo difícil que ha sido para ellos aprobar dichas materias, y los que no presentaron dificultades, no pueden dar cuenta de cuánto han comprendido de estas disciplinas en término de saberes significativos que puedan ser utilizados y transferidos a nuevas situaciones.

Lo mencionado anteriormente se confirma al consultar los Operativos Nacionales de Evaluación (2013), en el área de Ciencias Naturales, los resultados muestran que de 165.861 de los alumnos evaluados, sólo alrededor del 13% de los alumnos (unos 32.867 estudiantes) responden satisfactoriamente actividades de Nivel de Desempeño Alto. Esto significa que han logrado resolver problemas y realizar predicciones transfiriendo estrategias y saberes desde otros contextos. A su vez fueron capaces de analizar datos cuantitativos e interpretar textos con vocabulario específico de las Ciencias Naturales.

2. Fundamento teórico

La enseñanza tradicional

Seguramente, cada uno de nosotros sabe o tiene una idea a que hacemos referencia cuando hablamos de "enseñanza tradicional", la hemos vivenciado en nuestra formación y en más de una ocasión dejamos que nuestras clases de ciencias se vuelvan tradicionales. Sin embargo, cuando nos preguntamos por lo que ofrece a los estudiantes, nos encontramos dentro de sus "virtudes": una visión parcializada de las ciencias, poco atractiva y aislada de su contexto, determinando que les resulte difícil imaginarla como una actividad social y una posible alternativa ocupacional.

Como indica Pozo (1996), en este modelo el profesor es un mero proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo, y el alumno en el mejor de los casos, el consumidor de esos conocimientos. Los temas o conceptos que se enseñan son seleccionados por ser de importancia para la ciencia y no por lo que puedan aportar al estudiante. Si bien actualmente se conocen otros enfoques de la enseñanza que favorecen el aprendizaje de las Ciencias Naturales, es difícil, que el cuerpo de docentes no reproduzca, aunque sea en parte, el modelo que ellos han vivenciado como alumnos en los centros de formación docente y, por supuesto, en la Escuela Secundaria. Es una formación que tiene un gran peso por su carácter reiterado y al no estar sometida a una crítica explícita, aparece como "natural" sin que llegue a ser cuestionada efectivamente. Ignorar esta formación de los docentes tiene los mismos efectos negativos que no tomar en consideración las preconcepciones de los alumnos a la hora de diseñar un determinado aprendizaje.

La situación se agrava si consideramos el modelo de enseñanza simultánea a numerosos grupos de estudiantes, con necesidades e intereses diferentes, que en muchas ocasiones lleva a que se minimice o pierda de vista el rol activo del alumno en el aprendizaje. Es oportuno relacionar esta postura con las ideas constructivistas que implican que el aprendizaje escolar no debe interpretarse como una recepción pasiva del conocimiento sino como un proceso activo de elaboración y por lo tanto, los procesos educativos deben respetar al máximo la actividad del alumno y comprender la importancia de las operaciones formales en la comprensión de los enunciados científicos (Coll, D. 1983). Sin lugar a dudas, las barreras que debe vencer la enseñanza son: el aprendizaje descontextualizado en las escuelas, que si bien es inherente a ella pero no a las Ciencias que estudian la naturaleza, como también el lenguaje que por ser específico crea barreras de comprensión ya que es el mediador de las articulaciones cognitivas entre docentes y estudiantes, siendo una negociación de significados (Contreras, 1990). Las características descritas anteriormente tienen un efecto importante sobre la imagen del docente en Ciencias ya que en la escuela se vivencia el primer, y a veces único, acercamiento al rol docente. Los modos en que los docentes eligen para abordar sus clases y las "huellas" que producen en sus alumnos han sido ampliamente estudiadas; sin embargo, una de las investigaciones más relevantes es la que realiza el investigador social Philip Jackson en su obra "La vida en las aulas" (1991), en donde revela las posibles consecuencias que producen los aprendizajes implícitos.

Como punto de partida, los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional de las ciencias descartan el modelo del aprendizaje por transmisión hoy unánimemente combatido por los especialistas e investigadores en enseñanza de las ciencias. Una vez descartados enfoques de enseñanza basados únicamente en la transmisión de información, la organización de las actividades de enseñanza que conducen al aprendizaje significativo está lejos de ser evidente o unívoca (Driver, 1988).

Pero, además, las teorías sobre la enseñanza de las ciencias deben tener en cuenta factores tales como lo que el alumno ya sabe, la especial naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las características sociales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones psicosociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles, etc.

La educación en todos sus niveles debe ser considerada como un fenómeno social complejo, por lo tanto, está atravesado por múltiples factores sociales, psicológicos, económicos, etc. Sin embargo, esta afirmación lejos de paralizarnos debe abrirnos las puertas para que podamos reflexionar. El docente reflexivo es capaz de repensar sus propias prácticas, buscando que sus clases no se “dicten”, transformándose en experiencias pedagógicas valiosas para el estudiante y también para su autoevaluación.

En relación a este factor, un punto importante es el conjunto de decisiones que toma el docente con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje de sus alumnos, es decir, las estrategias de enseñanza. Por lo general, aún en los tiempos que corren, existe un divorcio entre lo que los profesores enseñan con lo que los estudiantes aprenden. Por lo tanto pensar estrategias y metodologías es un punto relevante en la quehacer docente.

Al elegir las estrategias, el docente debe tener en cuenta, por los menos, las siguientes dimensiones básicas: intenciones educativas, la selección y organización de los contenidos que el docente considera que valen la pena enseñar, la concepción de aprendizaje que subyace y el tiempo disponible. Desde un enfoque cognitivo, las decisiones que el docente toma inciden de un modo directo sobre el ambiente de aprendizaje que se crea en el aula. La organización del espacio, la distribución de los tiempos, las experiencias que se proponen, las tareas que se realizan, entre otras cosas influyen de modo directo posibilitando o creando dificultades en ese ambiente.

“El ambiente es el resultado de la interrelación de diferentes elementos; cuando se interrelacionan las distintas variables metodológicas, organizativas, evaluativas, los recursos... se configura un ambiente de aprendizaje. Es decir, el ambiente es el resultado del entramado de relaciones entre las distintas variables (en parte fruto de decisiones conscientes del profesorado y en parte no). Esas interrelaciones constituyen un todo, una ecología del aula; en definitiva, un ambiente de aprendizaje.” Parcerisa Aran, Artur. (1996) Materiales curriculares, Barcelona, Graó, pág.17.

Entre las estrategias que promueven el aprendizaje significativo encontramos:

- **Mapas conceptuales:** Propuestos por Novak y Gowin (1984), tienen como objetivo ayudar a la comprensión de los conocimientos que el alumno tiene que aprender y a relacionarlos con los que ya posee, estableciendo relaciones conceptuales dentro de un determinado campo semántico. Fomenta un mayor aprendizaje conceptual y se basa en el modelo de aprendizaje propuesto por Ausubel.
- **Analogías:** En la enseñanza de las ciencias naturales es muy común el uso de analogías. Son dispositivos didácticos facilitadores del aprendizaje de conceptos abstractos (Glynn, 1990), los cuales utilizan conceptos y situaciones que tienen un claro referente en la estructura cognitiva de los alumnos; este referente se relaciona analógicamente con los conceptos científicos cuyo aprendizaje se quiere facilitar (Galagovsky, 1993).
- **Resolución de problemas:** Responde a un enfoque de enseñanza por descubrimiento (Bruner, 1972). Contrariamente al aprendizaje por transferencia, el estudiante es quien se apropia del proceso, busca información, la selecciona y organiza e intenta resolver con ella problemas. El docente es una guía, proporciona el problema, sugiere fuentes de información en base a la problemática abordada. La clave del éxito de esta estrategia es el "problema", el docente debe diferenciar el mismo de la resolución de ejercicios.
- **Teniendo en cuenta las inteligencias múltiples:** La teoría propuesta por Gardner (2004), plantea la existencia de ocho o más inteligencias; Inteligencia lógica-matemática, Inteligencia lingüística, Inteligencia espacial, Inteligencia musical, Inteligencia cinético-corporal, Inteligencia intrapersonal, Inteligencia interpersonal e Inteligencia naturalista. El docente puede optar por realizar estrategias enfocadas en algunas de ellas, no es necesario considerar las ocho áreas.

La enseñanza de las Ciencias Naturales tiene como obstáculo que las propuestas metodológicas son escasas en comparación con otras áreas, con el agravante de que por lo general no son diseñadas en el contexto latinoamericano, por lo tanto no tienen en cuenta el factor socio cultural de los involucrados. Sin embargo, la ventaja de poder trabajar con el fenómeno es algo que debe ser aprovechado, y en este punto deberían aparecer dilemas tales como teoría-experimentación o experimentación-teoría, laboratorio o aula, experiencias a modo de receta o construcción conjunta de la secuencia. Pero actualmente se le ha dado mayor importancia a la experimentación y observación, porque en general la enseñanza tiene un componente «libresco», sin apenas trabajo experimental. Ello favorece que la experimentación conserve para profesores y estudiantes el atractivo de una «revolución pendiente», como hemos podido percibir en entrevistas realizadas a profesores en activo (Fernández, 2000).

Los cambios curriculares que se han producido en los últimos años, están dando mayor atención a las ciencias como indagación, como proceso, considerando la interrelación con la sociedad, los avances tecnológicos y el medio ambiente. Esto debe ir acompañado por una enseñanza más integral y significativa, como propone el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad que explicaremos más adelante.

La imagen de la ciencia

Otro factor que influye en el fenómeno de análisis, es el entorno social del estudiante pues incide en la imagen que construye de la Ciencia, seguramente si se les solicita que describan a un científico nos encontraremos con una persona encerrada en un laboratorio manipulando materiales, aislado del mundo. Este hecho no es fortuito, sino que por lo contrario, refleja la percepción de la ciencia y del trabajo científico en la sociedad. Muchos de los fundamentos para este pensamiento de la sociedad, provienen de la propia ciencia, sobre todo por la escasa atención que la mayoría de los científicos suelen prestar a la comunicación de la ciencia a la sociedad

Como señala Dibarboure (2010), si bien esta imagen estereotipada se forma tempranamente, a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza, con el correlato correspondiente del desinterés por las asignaturas científicas por parte de los jóvenes y el consiguiente estancamiento de la matrícula en las carreras científicas, en Iberoamérica en general y en Argentina en particular, esta actitud contribuye a presentar el conocimiento de ciencia y tecnología como un arcano inaccesible, propiedad de minorías selectas y cerradas, que fomenta el estereotipo del científico aislado en su torre de marfil, tan explotado aún por algunos medios populares de comunicación (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

Como señala Adúriz – Bravo en Stekolschik (2008) “Estas visiones deformadas obturan la posibilidad de una alfabetización científica genuina, alejando a muchas personas de las ciencias naturales y mitificando estas disciplinas. La inhibición consecuente es un fenómeno triple, en el que intervienen los maestros, que les transmiten a los chicos que eso no es para todos; los padres, que en general piensan que es una profesión poco valorada socialmente, mal remunerada, no muy feliz para las mujeres, y los propios jóvenes, que internalizan esos mandatos y terminan pensando yo no soy para esto, es muy complicado, a mí no me da”

En este punto es importante introducir el concepto de “representación social”. Esta noción de representación debe entenderse como un sistema de valores, nociones y prácticas (Álvaro y Garrido, 2003: 396) que sirven de guía a los individuos en el contexto social y material.

La imagen de la ciencia, además, forma parte de las representaciones de los docentes, que según Alejandro Pujalte (2011) condiciona los aprendizajes del estudiantado. La forma en la cual enseña, las estrategias y metodologías pueden transformar las clases de ciencias en un espacio de intercambio nutritivo donde se fomente la indagación, la búsqueda de una respuesta que propicie nuevos aprendizajes o por lo contrario que los inhibe. De ahí la importancia de un estudio centrado en detectar la presencia y la extensión de las visiones deformadas de la ciencia que puedan constituir un obstáculo para la necesaria renovación de su enseñanza.

Es muy común que se presente el método científico como un conjunto de etapas a seguir de manera mecánica, transmitiendo una visión rígida de la actividad científica. Se resalta, por otra parte, lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, etc., olvidando –o, incluso, rechazando– todo lo que significa invención, creatividad, duda.

Muy ligada a esa visión rígida a la que acabamos de referirnos, podemos mencionar la visión apromblemática y ahistórica: se transmiten conocimientos ya elaborados, sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades, etc., ni mucho menos aún, las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas. Se pierde así de vista que, como afirma Bachelard (1938), «todo conocimiento es la respuesta a una cuestión», a un problema, lo que dificulta captar la racionalidad del proceso científico. Quizás trabajar estas cuestiones con los estudiantes, identificando por ejemplo las preguntas que dieron origen a los modelos encontremos preguntas muy parecidas a las que se hacen los estudiantes.

En relación a lo expresado podemos alegar que, todo conocimiento es una construcción social necesaria para el abordaje que nos ocupa, donde se debe tener en cuenta el contexto histórico y cómo este influye en la temática. Por lo tanto, no podemos dejar de mencionar que los medios de comunicación y las nuevas tecnologías son las principales fuentes de información que poseen los adolescentes, quizás las únicas, y muchas veces esta información es escasa, mal transmitida y no verificada, tal como se menciona en el artículo “Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística” publicado en Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (Volumen 1, 2005), la oposición a la ciencia y tecnología se ve alimentada también por algunos fraudes y errores científicos graves, que se transmiten con gran escándalo por los medios de comunicación. En este caldo de cultivo, proliferan las actitudes de rechazo a la Ciencia y tecnología. Es en este punto donde las instituciones educativas deben poner atención por ser una de las oportunidades donde se puedan tratar estas cuestiones desde una mirada crítica.

Un enfoque interdisciplinar: en búsqueda de una enseñanza más integral y significativa.

En búsqueda de estrategias que aborden la problemática planteada anteriormente, encontramos en el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) una posible respuesta que ayude a minimizar el impacto negativo de la enseñanza tradicional y la visión deformada de la ciencia, que pesa sobre la Ciencias Naturales. La National Science Teachers Association (NSTA) de los Estados Unidos ha definido al enfoque ciencia-tecnología-sociedad como la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana. Esta corriente educativa se ha sustentado en la teoría constructivista del aprendizaje y está muy comprometida con el desarrollo de habilidades y valores individuales y sociales, acordes con la mayoría de las propuestas educativas actuales.

El objetivo central es formar personas capaces de actuar como ciudadanos responsables que puedan tomar decisiones razonadas y democráticas sobre diversos aspectos de la ciencia y la tecnología que le atañen a la sociedad. Según Campos (1999), se desea comunicar la riqueza analítica de la ciencia y superar las concepciones erróneas de la mismas, que actualmente se ven agravadas por la enseñanza actual, como por ejemplo reducir el método científico a una secuencia de pasos predeterminados, suponer que se puede hacer ciencia objetivamente, sin interferencia de lo subjetivo.

Dentro de este enfoque se encuentran dos vertientes una que complementa la enseñanza tradicional de temas provenientes de alguna disciplina científica con el apoyo de materiales que plantean problemas sociales, y una que parte de conocimientos científicos para identificar problemas sociales y tecnológicos. Algunos autores, proponen estudiar problemas ambientales rompiendo los límites establecidos por la enseñanza tradicional, tratando los temas globalmente.

Dependiendo del dominio que tenga el docente con respecto al tema a abordar, se puede optar por una triangulación de métodos.

Algunas de las estrategias en las que se puede integrar este enfoque son; casos simulados, debates, resolución de problemas locales, diseño de proyectos sociales, presencia de especialistas en el aula, visitas a fábricas. Abordando de esta forma aspectos conceptuales, actitudinales y procedimentales.

Sin embargo, aunque la propuesta es muy prometedora, debemos tener en cuenta algunos aspectos que pueden dificultar su implementación:

- ❖ La influencia en los diseños curriculares de la escuela secundaria de este modelo es evidente, sin embargo, la escasa bibliografía al respecto y la falta de capacitación docente en relación a este enfoque ha obstaculizado el impacto en el pensar y quehacer del docente.
- ❖ Requiere de un trabajo docente intenso, que incluye búsqueda de información, seguimiento constante del tratamiento que hacen estudiantes de la información.

3. Conclusión:

Como docentes sabemos de las diversas dificultades de los alumnos en los procesos de aprendizaje de las Ciencias Naturales. Estos problemas podríamos caracterizarlos como dificultades que tienen que ver con la estructura lógica de nuestra disciplina, el nivel de exigencia formal de los contenidos, la superposición de distintos niveles de aplicación, los conocimientos y preconcepciones que traen consigo los alumnos, entre otros. Ante esta situación, no debemos dejar de ser reflexivos sobre cuestiones, como ¿qué quiero que mis estudiantes aprendan?, ¿por qué es importante que lo aprendan?, ¿qué más sabemos nosotros sobre el tema?, ¿qué dificultades pueden surgir?

Para analizar una situación en el contexto educativo es indispensable tener en cuenta conocimientos, que van más allá de lo disciplinar, como son los factores que influyen en los procesos de enseñanza y de aprendizaje presentados en este trabajo. Los conocimientos disciplinares son importantes porque nos permiten buscar distintos recorridos conceptuales, sin embargo, es imprescindible poder contextualizar las intervenciones de enseñanza en pos de encontrar diferentes y mejores formas de posibilitar los aprendizajes de los alumnos; construir espacios de trabajo compartido y colaborativo; seleccionar, diseñar y utilizar distintos recursos didácticos; construir y desarrollar dispositivos pedagógicos-disciplinares para atender a la diversidad y la integración de los sujetos, logrando un acercamiento real de los estudiantes a estas disciplinas.

4. Referencias:

Álvaro, J. L. y Garrido, A. (2003): Psicología social: perspectivas psicológicas y sociológicas. En: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, ISSN 1668-0030, Vol. 6, Nº. 17, 2011

Campos, Hernandez,M. La construcción del conocimiento y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza..Pensamiento Educativo. Vol. 24 (julio 1999), pp. 77-98

Coll,D. (1983) "Las aportaciones de la psicología a la educación: El caso de la teoría genética y los aprendizajes escolares". En: Coll,C (Comp) (1983):Psicología genética y los aprendizajes escolares, Siglo XXI, Madrid,pp 14-42

Contreras Domingo, J (1990), "Enseñar para aprender". en : Enseñanza, curriculum y profesorado.Introducción crítica a la Didáctica, Akal, Madrid, pp 79-97.

Galagovsky, L & Adúriz-Bravo,A , Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales.El concepto de modelo didáctico analógico. Investigación Didáctica. Recuperado de http://www.dfpd.edu.uy/ceip/ceip_norte/cn/Biologia/RO/modyanal.pdf

Jackson, Ph.(1991), "introducción", "Los afanes cotidianos", en: La vida en las aulas, Morata, Madrid,pp 27-77.

Pozo,J.I (1997). Teorías Cognitivas del aprendizaje, Cap 8; Enfoques para la enseñanza de la Ciencia.Morata.Madrid ,pp 265-308.

STEKOLSCHIK, G. El científico, según la mirada de los niños, La Nación, Buenos Aires, 04 Mayo 2008. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1009478-el-cientifico-segun-la-mirada-de-los-ninos>.

Datos de los autores

Currículum abreviado de Aguirre, Ivanna Verónica-Junio 2017

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Ivanna Verónica Aguirre .

FECHA DE NACIMIENTO: 21/03/1983 Argentina . D.N.I. 30.742. 916

TELÉFONO: 54-3442-505765

CORREO ELECTRÓNICO: agui-ivana@hotmail.com, aguirreivanna@gmail.com

ESTUDIOS

1. Títulos de Grado

Prof. Universitaria en Química- UADER-FCyT- Concepción del Uruguay-

Licenciada en Educación- Universidad Nacional de Quilmes-

2. Posgrado:

Especialización en Educación Científica. (en el 2do año de curso)

3. Otras capacitaciones:

Asistencia a 9 cursos relacionados con las Cs Naturales y con la Cs de la Educación

Aprobación de 6 cursos relacionados con la Ciencias Naturales

DESEMPEÑO DOCENTE:

Profesora en varias Escuelas Secundarias desde el 2008

Profesora en la UADER-FCYT desde el 2008 Y continuo , en :

Profesorado de Química en las siguientes Cátedras

- a. Laboratorio en Qca
- b. Química Orgánica I
- c. Química Orgánica II

Ingeniería en Telecomunicaciones

- a. Química general

CARGOS DE GESTIÓN:

Directora de Carrera- Profesorado de Química- UADER-FCyT (DESDE EL 2015 Y CONTINUO)

INVESTIGACIÓN:

Directora del PIDIN (Proyecto de investigación y desarrollo de insercion) "Investigación diagnóstica: factores que afectan la baja matrícula de los profesorados vinculados a las ciencias naturales de la facultad de Ciencia y tecnología de la FCyT de la UADER" aprobado por resolución "cs" N° 140/ 17

Currículum abreviado de Rhor Claudia Maria -Junio 2017

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Claudia Maria Rohr

FECHA DE NACIMIENTO: 14/08/1989 Argentina . 33928761

TELÉFONO: 54-3445-15438582

CORREO ELECTRÓNICO: rohrmclaudia@gmail.com

ESTUDIOS

- 1. Títulos de Grado

Prof. Universitaria en Química- UADER-FCyT- Concepción del Uruguay-

Licenciada en Educación- (EN ESTADO DE TESIS) UNIVERSIDAD SIGLO XXI

- 2. Posgrado:

Especialización en Educación Científica. (en el 2do año de curso)

- 3. Otras capacitaciones:

Asistencia a 3 cursos relacionados con las Cs Naturales y con la Cs de la Educación

Aprobación de 2 cursos relacionados con la Ciencias Naturales

DESEMPEÑO DOCENTE:

Profesora en Escuelas secundarias desde 2012 y continuo

Profesora en la UADER-FCYT desde el 03/2012 Y continuo , en :

Profesorado de Química en las siguientes Cátedras

- a. Química general I
- b. Química Orgánica I (auxiliar)

INVESTIGACIÓN:

CO- Directora del PIDIN (Proyecto de investigación y desarrollo de insercion) "Investigación diagnóstica: factores que afectan la baja matrícula de los profesorados vinculados a las ciencias naturales de la facultad de Ciencia y tecnología de la FCyT de la UADER" aprobado por resolución "cs" N° 140/ 17

Cambios y más cambios, pero... ¿qué es lo que cambia? Las transformaciones químicas en tercer grado escolar

Juan Pablo García^(1,a), Mariángeles Bugani^(2,b), Ángela Escobar^(3,c)

Pertenencia Institucional:

1. Escuela de Tiempo Completo N° 285, Toledo, Canelones, Uruguay

2. Escuela Rural N° 85, Altos del Perdido, Soriano, Uruguay

3. Escuela N° 7, Melo, Cerro Largo, Uruguay

(a) mtrojuanpablo@gmail.com, (b) museoescolar85@gmail.com, (c) angela24escobar@gmail.com

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema Educativo.

Resumen:

El presente trabajo refiere a la introducción y uso del modelo corpuscular de la materia como forma de aproximar a los niños a la comprensión de algunos de los procesos que ocurren en las transformaciones químicas, en particular en la combustión, en la oxidación del hierro y en la fermentación. Fue realizado en dos grupos de tercer grado escolar de Toledo y Melo, y en un grupo multigrado de una escuela rural de Soriano.

La secuencia pretende demostrar la posibilidad y necesidad de una enseñanza de las ciencias escolar que atienda lo epistemológico y didáctico. Parte de situaciones cotidianas para interrogarlas; se apoya en la elaboración de explicaciones por parte de los niños; el análisis de los registros, dibujos y diálogos entre los alumnos son clave para una intervención docente sostenida en el logro de avances en la construcción del conocimiento.

A través de relatos se presentan los postulados fundamentales del modelo corpuscular de la materia para, a partir de lo que la ciencia dice, analizar las situaciones puestas en juego. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que el M.C.M. puede ser objeto de conocimiento a estas edades, su apropiación les posibilita despegarse lentamente de la continuidad de la materia.

Palabras clave: Cambio químico, modelo corpuscular de la materia

1. Introducción

El equipo que integramos¹¹, conformado por un grupo de maestros de todo el país, viene formándose y trabajando desde hace nueve años en la elaboración, análisis, valoración y difusión de secuencias de enseñanza de las ciencias a nivel escolar.

Consideramos que enseñar Ciencias Naturales es acercar a los niños a un legado cultural que les posibilitará mirar, comprender y explicar el mundo de otra manera. Pero para alfabetizarlos científica y tecnológicamente no alcanza con que sepan ciencias, es necesario que sepan sobre las ciencias porque se trata de formar *“futuros ciudadanos, responsables de sus actos, conscientes y conocedores de los riesgos, pero activos y solidarios, críticos y exigentes frente a quienes tienen que tomar las decisiones”* (Weissmann, 1993 *apud* Dibarboue, 2009:21)

¹¹ Equipo de Estudio e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, revista *Quehacer Educativo* FUM-TEP.

2. Marco teórico

2.1 – Acerca de la concepción de ciencia

“Enseñar a reflexionar sobre la actividad científica como producción humana, histórica e ideológica” (ANEP. CEP, 2009:82)

Acorde con ello, nuestro trabajo busca propiciar una concepción de ciencia como *“una actividad profundamente humana que pretende dar soluciones inventivas y provisionales a un cierto tipo de inquietudes sobre el mundo; las preguntas y las respuestas propuestas están guiadas por finalidades y valores y permiten intervenir activamente sobre la realidad a gran escala”* (Adúriz Bravo, 2011) Se trata de una actividad colectiva, que realizan hombres y mujeres, seres humanos como todos los demás, que buscan respuestas, por variadas metodologías a problemas de la realidad que su actual nivel de conocimientos no les permite resolver. Se plantean problemas y tratan de resolverlos sin saber con certeza cómo hacerlo. Las respuestas son tentativas, abiertas, falibles; son modelos explicativos transitorios.

2.2 – Acerca de la enseñanza de la ciencia escolar

En este contexto, consideramos que la enseñanza de la ciencia escolar debe centrarse en el planteo de problemas y el diseño de posibles soluciones por parte de los niños. Aprender ciencias es mucho más que adquirir información, es comprenderla. Es construir una continuidad entre las representaciones mentales que ellos tienen de la realidad, sus modelos explicativos, con los modelos teóricos de la ciencia.

Redimensionamos el valor de la pregunta del niño, de sus respuestas tentativas, de sus explicaciones provisionales en el camino hacia la comprensión de los modelos científicos escolares. Creemos en la posibilidad de intervenir, sabedores de que si lo hacemos adecuadamente, podemos permitirles ese acercamiento. Por eso centramos el foco en nuestras intervenciones, en generar un encuentro que permita otras formas de aprender ciencias. Dejamos hace tiempo de pensar que la complejidad de la realidad y las ideas de los niños son obstáculos, creemos que solo son condicionantes pero jamás determinantes en la adquisición de un saber. A lo largo de estos años hemos ido comprobando una y otra vez cómo sus ideas explicativas tienen mucho para aportar a nuestras intervenciones; saber leerlas, aprehenderlas y trabajar con ellas es un punto clave en nuestras propuestas. Son los “protomodelos” que hemos de hacer evolucionar.

2.3 - Acerca de la química escolar

Se trata de rescatar ‘la manera de mirar’ propia de la Química que es estudiar las interacciones entre los materiales, los cambios que se producen, identificarlos, “inventar” conocimientos para poder actuar sobre ellos, dominarlos, transformarlos...

Por eso pensamos que se han de seleccionar cambios, fenómenos significativos para los niños y relevantes socialmente, que generen interrogantes, que les permitan identificar los componentes de la interacción para poder imaginar cómo sucede lo que no se ve pero que explica lo que cambia y lo que se mantiene. Hemos de enseñar a dar sentido a lo que observan, elaborando relaciones y explicaciones cada vez más complejas.

2.4 – Acerca de la biología escolar

Enseñar Biología en la escuela supone propiciar que los niños elaboren progresivamente un modelo de ser vivo que irán complejizando en la medida que elaboren su unidad a partir de la diversidad. Para que sea posible es necesario estudiarlos en su medio y analizar en forma interdependiente las funciones de nutrición, relación y reproducción.

2.5 – Acerca de Ciencia y Lengua

“El aprendizaje es el resultado de un proceso de intercambio social en el que la comunicación es el instrumento que actúa como mediador entre el conocimiento, el profesorado y el alumnado” (Vygotsky, 1988).

Priorizamos en tercer grado promover la competencia científica de los escolares para que a través del proceso comunicativo - hablar, escribir y leer sobre sus ideas y sobre las ciencias -, vayan modificando sus modelos explicativos, aprendan ciencias. El lenguaje regula ese proceso. Es fundamental lograr un diálogo real entre los niños y con el docente: hablar e intercambiar observaciones e interpretaciones, compartir suposiciones, elaborar ideas tentativas entre todos.

Proponemos utilizar el lenguaje como el *“empleado por un científico cuando lo usa como instrumento para poner a prueba sus ideas, para imaginarse lo que sucede o va a suceder, y para interpretar situaciones. [...] Mientras las ideas estén fluyendo, el lenguaje es más bien un instrumento flexible y activo del pensamiento, es decir, sirve para interpretar. Se encuentran expresiones, tales como: “Me parece que...”, “Comencé a pensar...”. Se recurre, generalmente, a un lenguaje importado de otras áreas en un intento de expresar con imágenes lo que sucede, y se acostumbra a recurrir a la metáfora. Con la ayuda de las metáforas los científicos empiezan a pensar, a ver, a hablar y a actuar de forma diferente. La metáfora se convierte en modelo a partir del cual se pueden derivar predicciones demostrables. Éste es el lenguaje que se emplea para persuadir a otros”* (Sutton 1997) En otras palabras, se trata de aprender las formas de pensar de las ciencias a través del pensamiento, la acción y el diálogo sobre algunos fenómenos seleccionados por ser representativos de la idea teórica que se quiere enseñar. Adquirir el vocabulario científico, la etiqueta, es totalmente secundario.

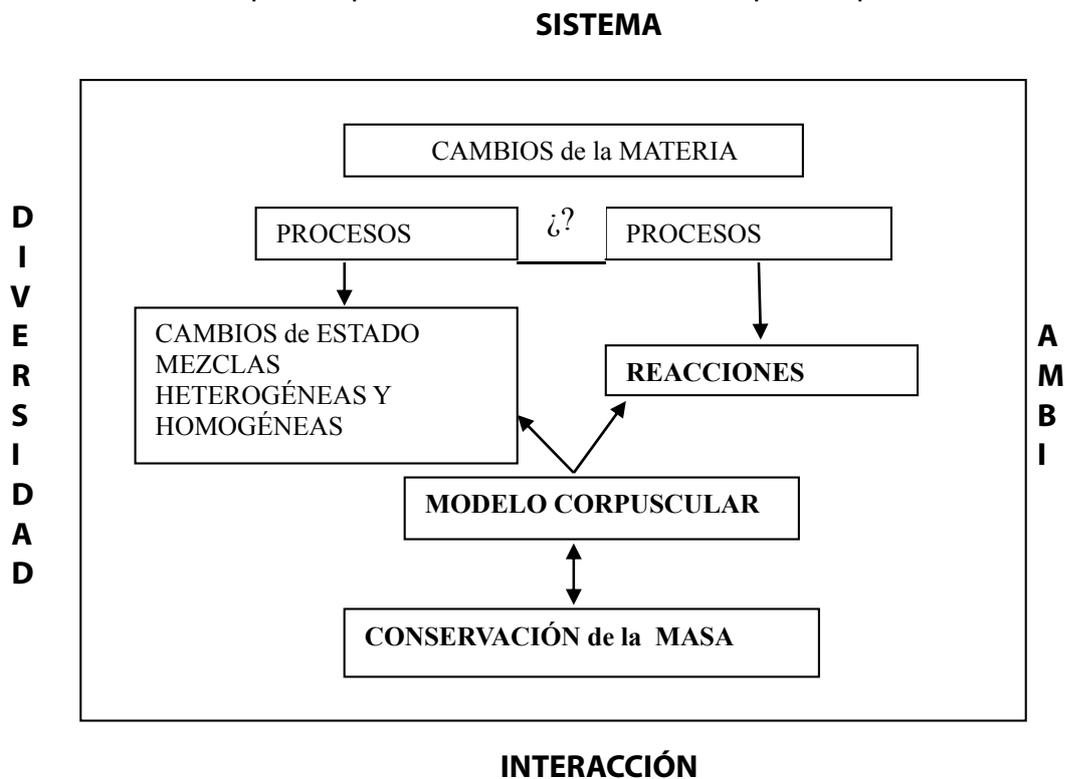
3. La propuesta

Acorde a este marco teórico delineamos la propuesta de enseñanza.

3.1 - Idea clave y su transposición

Seleccionamos el contenido de tercer grado: “Las transformaciones químicas” (ANEP, CEIP, 2009:207) Consideramos que debíamos enmarcarlo en un concepto clave, *cambios de la materia* y en relación a todos los contenidos propuestos para la escolaridad.

Tabla 1 - Red de conceptos implicados. Se resaltan los conceptos a aproximar



Dado que todos los alumnos tenían experiencia con algunos cambios de estado y algún tipo de mezclas, que ninguno se había aproximado al estado gaseoso excepto en cuanto al intercambio que se produce al respirar – quizás como mera etiqueta – y tampoco se les había presentado el modelo corpuscular, resolvimos limitar la enseñanza a tres cambios químicos corrientes en la vida diaria y sobre los cuales los niños tienen numerosas experiencias: combustión de la madera, oxidación del hierro y fermentación del pan.

Nos interesaba considerar en la secuencia de enseñanza que:

- Los “materiales” cambian
- Los cambios pueden ser espontáneos o provocados por varios agentes
- Se dan en diferentes contextos
- Implican un proceso
- El producto final difiere del inicial
- En todo cambio hay algo que cambia, pero también algo que permanece inalterable.
- En el sistema considerado no se pierde ni se gana “cantidad de material”

3.2 – Modelo corpuscular de la materia escolar

Para la ciencia, el modelo es complejo, con formato matemático y con especificaciones según el contexto de uso. Entendemos que a nivel escolar puede y debe abordarse la estructura de la materia en situaciones adecuadas. No acordamos con enseñar moléculas, átomos ni partículas. Apoyamos la versión escolar del modelo que sostiene que la materia se compone de entidades invisibles, en permanente movimiento y rodeadas de vacío. Adherimos a *“recuperar aquella idea originaria, un mundo formado por corpúsculos en permanente movimiento que no se pueden ver”* (Dibarboure, 2009:74) A lo largo de la escolaridad, esos corpúsculos “tendrán” diferentes atributos

Lo incorporamos en estas secuencias de enseñanza con el propósito de que los niños comprendan el modelo y puedan con él explicar de una manera diferente los fenómenos a estudio. Se trata no sólo que comprendan lo que el modelo enuncia, sino el significado de lo que es un modelo para la ciencia y avancen de una concepción continua a una discreta de la materia.

La experiencia¹² nos indica que es necesario entrar el modelo como una herramienta que les permite aproximar a explicaciones “mejores” ya que tienen dificultad en comprender la naturaleza corpuscular de la materia porque no aceptan lo que no ven. Se trata de enseñarles a interpretar las evidencias y pensar más allá de lo que perciben.

3.3 – Lineamientos didácticos

“La enseñanza de la química debería conseguir integrar contextualización, indagación y modelización como procesos imprescindibles en el aprendizaje de la competencia científica”(Caamaño, 2011:21)

Los niños están en contacto con diversas situaciones en las que la ciencia suele estar muy presente, algunas los fascinan por el solo hecho de ser observadas como es el caso del fuego. Por eso, se ha de partir del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos. Encender un fogón lo pone en una situación privilegiada donde todas aquellas preguntas que alguna vez se hizo, salen a la luz para comenzar a mirar con otros ojos, los ojos de la ciencia. Sus respuestas describen los fenómenos pero suelen ser poco explicativas. Indagar no es suficiente, es necesario modelizar.

La primera modelización la realiza el docente al seleccionar un fenómeno especialmente relevante y transformarlo en un epítome. Ese hecho va a ser la representación concreta del modelo científico escolar que se quiere introducir en clase. Es el *modelo a partir de algo* (Adúriz Bravo, 2012) que los niños deberán reconstruir en un proceso de modelización personal construyendo así un *modelo para* interpretar otros fenómenos similares.

¹² El modelo corpuscular de la materia. Tema central en Revista *Quehacer Educativo* FUM TEP N° 140 -diciembre 2016

3.4 – Organización tentativa

A nivel escolar no podemos pensar en un planteo interdisciplinario, al menos no desde una concepción epistemológica, debemos hablar de integración. Enseñar en el contexto de una situación, siempre compleja, plantea la necesidad de integrar disciplinas y áreas, en este caso, integramos el Área de Lenguas con el de Ciencias de la Naturaleza y en esta, Química y Biología.

La integración es un concepto del campo de la Didáctica. Hay que pensarla desde el que enseña y desde el que aprende.

Se resuelve en el plano didáctico a través de una exhaustiva reflexión docente, quien debe jerarquizar, vincular y buscar intersecciones entre los campos conceptuales de cada disciplina implicada en la situación. Configura a modo de redes conceptuales las relaciones que hacen al necesario significado y sentido para la comprensión y acceso al conocimiento del que aprende.

Se concreta en la situación educativa cuando el alumno establece relaciones sustantivas entre conceptos de diferentes marcos disciplinares.

Tabla 2 – Lineamientos generales de la experiencia en los tres terceros grados

		GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
		COMBUSTIÓN	OXIDACIÓN	FERMENTACIÓN
ACTIVIDAD INICIAL	H A B L A R C I L E C E I R A S E S C R I B I R	contextualizada y problemática		
DESARROLLO		Análisis de la situación, elaborar preguntas y explicaciones, confrontarlas, defenderlas, experimentar,...		
INTRODUCCIÓN DEL O AVANCE EN EL MODELO CORPUSCULAR		Intervención docente en función de las ideas a modelizar		
PUESTA EN USO		En caso de introducción se usará un texto adaptado de El mundo de Sofía (Gaarder, 19XX)		
GENERALIZAR		Aplicarlo a la situación inicial. Evaluar su funcionamiento. Adecuar.		
		Buscar situaciones similares a la estudiada y explicar usando el modelo elaborado.		
ACTIVIDAD INICIAL		FERMENTACIÓN	COMBUSTIÓN	OXIDACIÓN
DESARROLLO		contextualizada y problemática		
		Se espera que los niños puedan usar el modelo para explicarla		
		Intervención docente en función de las ideas puestas en uso.		
CIERRE				

4. En el aula

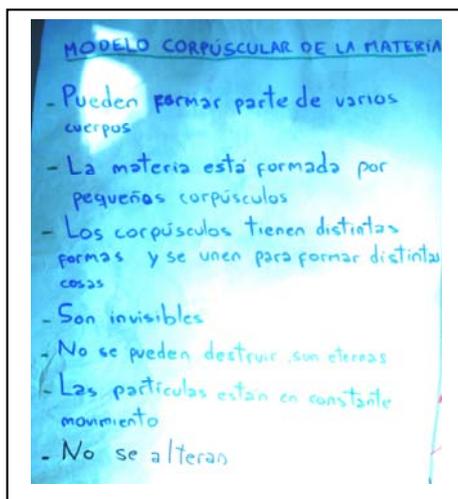
Presentamos la primera secuencia desarrollada en cada uno de los grados, junto a un registro que ejemplifica el trabajo realizado.

Tabla 3 – Secuencia de actividades desarrollada a partir de la enseñanza de la combustión de la leña

COMBUSTIÓN		
ACTIVIDAD	PROPÓSITO	DESCRIPCIÓN
OBSERVO, PIENSO Y RESPONDO	Generar condiciones para que los alumnos expliciten sus ideas intuitivas sobre la experiencia que se les presenta	Se presenta una situación cotidiana armando un fogón en el patio escolar. Se indagan sus ideas intuitivas sobre el tema ¿Qué te parece que le va a pasar a la leña cuando se queme? Se enciende la fogata. Dibuja y explica lo que sucedió.
BUSCANDO EXPLICACIONES	Indagar en los dibujos y respuestas iniciales de los niños sus explicaciones	Se analizan los dibujos realizados por los niños, y se los invita a pensar en lo dibujado y en las respuestas brindadas. Se busca consensuar una explicación. ¿Les parece que lo que dijeron, son explicaciones? ¿O vuelven a contar otra vez lo que ocurrió? ¿Podemos imaginar qué pasa adentro en cada caso? Imaginen que tienen una súper lupa... ¿cómo piensan que sería la leña por dentro? ¿y el aire?...
IMAGINAR LO QUE NO SE VE	Constatar que es posible, con evidencias externas, imaginar lo que hay dentro de una caja sin abrirla.	Observar la caja que tienen sobre la mesa. Mover, escuchar, pensar cómo hacer para averiguar que hay dentro, sin abrir la caja. Dibujar lo que imaginan. Compartir ideas. Finalmente abrir la caja y comparar si lo que se imaginó tuvo relación con la realidad
LOS CIENTÍFICOS IMAGINAN LO QUE NO VEN	Dar sentido a la actividad anterior.	Se justifica la actividad anterior. Se explica lo que significa hablar de modelo en ciencias y sus diferencias con la noción de modelo de la vida cotidiana. Se presenta el MCM y sus postulados como "algo a imaginar".
UN TEXTO NOS AYUDA A IMAGINAR CORPÚSCULOS	Familiarizarlos con los postulados del modelo usando textos sobre el tema.	Se presenta la narración del texto adaptado "El Mundo de Sofía de Gaarder y a partir de él se analizan y extraen los postulados básicos del MCM. La ciencia dice... Elaborar una cartelera para tener presente los postulados
EL MODELO EXPLICA	Recordar los postulados y aplicar el modelo a la situación de la fogata	.Revisar la situación planteada en la primera actividad y tratar de explicar lo que ocurre usando el MCM. Registro individual. Recordar que no se pide describir sino explicar.
EVIDENCIAS DE CAMBIO	Evidenciar distintos elementos que dan cuenta de la idea de cambio en la situación	Se realiza una puesta en común analizando en detalle todos los cambios ocurridos en la fogata. Se analizan tres dibujos y explicaciones diferentes de los niños y sus relaciones con lo que la ciencia dice sobre el tema
EL MODELO Y EL MUNDO QUE NOS RODEA	Ampliar el poder explicativo del MCM	Presentar a los niños situaciones de fermentación Pensarlas aplicando lo trabajado sobre el MCM

Texto 1 – Registro de postulados del modelo

Texto 2 – Fragmento de registro docente



Una idea interesante acá es que en la actividad anterior no aparecía escrito el postulado que dice que son invariables, y varios niños explican que los corpúsculos de la leña se achican cuando se quema y se van al humo o las cenizas, También se mantiene la idea de que los corpúsculos de la leña siguen estando en el humo o en las cenizas, que son los mismos. Sus ideas intuitivas se refuerzan tras escuchar lo que la ciencia dice. Curiosamente Melany que planteó que la leña desaparecía propone que los corpúsculos también desaparecen, muy fuerte esas ideas, persisten más allá del planteo de la ciencia. Debo hacer una intervención puntual con ella. Quizás en las experiencias de oxidación del hierro le resulte más evidente la conservación.

Foto 1- Observación de dispositivo 1

Texto 3 - Fragmento de registro docente



-Asignan a los corpúsculos las características del material:
 ¿Serán los corpúsculos que forman el agua iguales a los que forman el metal?
 No
 ¿Por qué?
 Los del hierro son más fuertes
 - El cuento ayudó pero obstaculizó
 ¿Nos servirá lo que nos explicó el cuento para explicar lo que le pasó al hierro?
 Sí. Los corpúsculos grandes del agua, ¿oxígeno?, sacaron corpúsculos del hierro. Están en el agua. Con el tiempo sacan tantos que hacen un agujero.

La decisión de iniciar con fermentación el estudio de las transformaciones químicas en la escuela rural se debió a la existencia de un proyecto previo, en marcha, sobre conservación de semillas para evitar su putrefacción que posibilitaba una interesante confrontación. Además el año anterior, una bióloga del Instituto Clemente Estable había estado trabajando con ellos en la búsqueda e identificación de microorganismos por lo que los alumnos tenían cierta aproximación a la vida microscópica.

Tabla 4 - Secuencia de actividades a partir de la enseñanza de la oxidación del hierro

OXIDACIÓN		
ACTIVIDAD	PROPÓSITO	CONSIGNA
OBSERVO Y CLASIFICO	Preparar la situación para que los alumnos identifiquen los materiales que componen los diferentes objetos	En pequeño grupo hagan un relevamiento de al menos diez objetos en la escuela y registren los distintos materiales que los conforman en la tabla construida en plenario
DIFERENCIO CLASIFICO OBSERVO REGISTRO	Determinar características observables de los metales oxidados.	¿Qué metales encontraron? ¿Qué características tienen? ¿Son todos iguales? ¿En qué se diferencian? Clasificar en oxidados y no oxidados Observar metales oxidados. Registrar.
COMPARTIMOS IDEAS	Generar las condiciones para que los alumnos expliciten sus ideas intuitivas sobre la oxidación.	¿Todos se los metales se oxidan? ¿Por qué se oxidan? ¿Cómo podemos averiguarlo? Diseño de experimentos
MANIPULO OBSERVO REGISTRO	Buscar evidencias que corroboren hipótesis	Armar los dispositivos de acuerdo a las variables seleccionadas por los alumnos Observar y registrar cambios
IMAGINAR COMO SUCEDIÓ A PARTIR DE LO QUE SE VE	Poner de manifiesto las ideas intuitivas sobre la oxidación que presentan los alumnos	Analizar los componentes de los dispositivos en los que se formó óxido. ¿Cómo podemos explicar lo que sucedió?
UN CUENTO NOS AYUDA A IMAGINAR	Presentar el "mundo" no visible de los materiales a partir de un cuento de divulgación científica.	Lectura del cuento adaptado: "¿Hay algo más pequeño que una musaraña" de Robert E. Wells. Lo que leímos en el cuento ¿puede servir para explicar lo que pasa en los metales?
ARMAMOS UNA EXPLICACIÓN	Elaborar una idea explicativa	Pensar, en pequeño grupo, una posible explicación. Compararlas. Armar entre todos una explicación para la formación del óxido
EL MODELO CREADO	Definir los postulados	Elaborar una cartelera para tener presente los postulados del modelo construido.
IMAGINAR LO QUE NO SE VE	Constatar que es posible, con evidencias externas, imaginar lo que hay dentro de una caja sin abrirla.	Observar la caja que tienen sobre la mesa. Mover, escuchar, pensar cómo hacer para averiguar que hay dentro, sin abrir la caja. Dibujar lo que imaginan. Compartir ideas. Finalmente abrir la caja y comparar si lo que se imaginó tuvo relación con la realidad
LOS CIENTIFICOS IMAGINAN LO QUE NO VEN	Dar sentido a la actividad anterior. Familiarizarlos con los postulados del modelo usando textos sobre el tema.	Explicar lo que significa hablar de modelo en ciencias y sus diferencias con la noción de modelo de la vida cotidiana. Leer un fragmento de "El Mundo de Sofía" de Gaarder. Analizar y extraer los postulados básicos del MCM.
EL MODELO Y EL MUNDO QUE NOS RODEA	Ampliar el poder explicativo del MCM	Presentar a los niños situaciones de combustión. Pensarlas aplicando lo trabajado sobre el MCM

Tabla 5 - Secuencia de actividades sobre fermentación

FERMENTACIÓN		
ACTIVIDAD	PROPÓSITO	CONSIGNA
BUSCAMOS LEEMOS SELECCIONAMOS	Generar una instancia que propicie la aparición de una pregunta -problema	Busquen en internet recetas para elaborar pan casero. Elijan la que les parezca que podemos hacer de acuerdo a los ingredientes que hay en la cocina.
INDAGAMOS COMPARTIMOS	Generar una instancia que propicie la aparición de una pregunta -problema	Pregunten en casa qué debemos tener en cuenta cuando hagamos el pan. Intercambio de información.
MANIPULAMOS OBSERVAMOS EXPLICAMOS	Evidenciar las ideas intuitivas sobre la fermentación	¿En qué estado están? ¿Qué sucedió al mezclar? ¿De dónde salen esas burbujas? ¿Por qué creen que al poner la levadura en el agua con azúcar se desprendieron burbujas? ¿Por qué sentimos un olor diferente? . . .
COMPARAMOS DIFERENCIAMOS	Establecer relaciones	¿De qué conocen las palabras fermento y fermentación? ¿Cómo hacen el queso? ¿Pasa lo mismo que con la levadura?
OBSERVAMOS EXPLICAMOS	Promover el uso de explicaciones para fenómenos relacionados con la fermentación	¿Dónde están las burbujas? ¿Cómo explican que la masa "creció"? Si amasamos la masa, ¿ese gas sale? ¿Disminuirá la masa?
ORGANIZAMOS IDEAS	Promover el uso de explicaciones para fenómenos relacionados con la fermentación	Se reitera todo el proceso de elaboración del pan profundizando en los conceptos químicos, físicos y biológicos implicados. Nuevos experimentos. Aparecen intentos de explicaciones a nivel corpuscular y que la levadura se alimenta del azúcar.
SERES VIVOS	Promover el uso de explicaciones para fenómenos relacionados con la fermentación	Observación de levaduras al microscopio en solución con y sin azúcar. ¿Cómo hará la levadura para "sacarle burbujas" al azúcar?
IMAGINAR LO QUE NO SE VE	Constar que es posible, con evidencias externas, imaginar lo que hay dentro de una caja sin abrirla.	Observar la caja que tienen sobre la mesa. Mover, escuchar, pensar cómo hacer para averiguar que hay dentro, sin abrir la caja. Dibujar lo que imaginan. Compartir ideas. Finalmente abrir la caja y comparar si lo que se imaginó tuvo relación con la realidad
LOS CIENTIFICOS IMAGINAN LO QUE NO VEN	Dar sentido a la actividad anterior. Familiarizarlos con los postulados del modelo usando textos sobre el tema.	Explicar lo que significa hablar de modelo en ciencias y sus diferencias con la noción de modelo de la vida cotidiana. Leer un fragmento de "El Mundo de Sofía" de Gaarder. Analizar y extraer los postulados básicos del MCM.
EL MODELO NOS AYUDA	Aplicar el modelo a la situación en estudio	¿Cómo podemos aplicar el modelo para explicarnos la alimentación de la levadura? ¿Y que las semillas se pudren?
EL MODELO Y EL MUNDO QUE NOS RODEA	Ampliar el poder explicativo del MCM	Presentar a los niños situaciones de oxidación, pensarlas aplicando lo trabajado sobre el MCM

Foto 2- Niña observa dispositivo

Texto 4 - Fragmento de registro docente



Fue necesario implementar un nuevo dispositivo para demostrar que de la mezcla salía un gas: *“Es sólida cuando mezclamos azúcar y levadura. Cuando agregamos el agua, es líquida pero a su vez se logran ver partecitas de levadura pero no distinguir el azúcar, cambia de color y aparece el “olor”. Allí aparece el gas. Comienzan a salir burbujas y se forma una capa que es como una espuma. Si le agregamos calor se hace más espuma”*.
 Ahí nos acordamos de lo que nos dijo la bióloga el año anterior, la levadura tenía que ir con el azúcar porque el azúcar la “alimentaba”. *“Eso hace aumentar el tamaño de la mezcla y también emite gases”*.
 Cuando comienza el globo a inflarse una de las alumnas dice que la mezcla con calor produce más gases por eso hace inflar al globo y sucede lo mismo con el pan. Aumenta el tamaño de masa porque está llena de aire y eso se mantiene si la temperatura es tibia.

5. Conclusiones

Presentamos una práctica compleja de la que obtuvimos nuevos conocimientos que necesariamente nos llevarán a su renovación. Nos animamos a compartirla porque creemos firmemente que en cuestiones de Ciencia los obstáculos mayores suelen ser nuestros propios prejuicios

Comenzar a socavar la idea de la continuidad de la materia no es tarea sencilla pero resulta imprescindible para posibilitar un adecuado aprendizaje de las ciencias. Si bien existen varias investigaciones (Benarroch, 2001) que dan cuenta de los avances conceptuales que realizan los sujetos, son casi inexistentes las experiencias de intervención a nivel escolar.

El presente trabajo es el segundo intento que realiza el grupo de investigación por introducir el modelo corpuscular como forma de favorecer la comprensión de fenómenos químicos y físicos en distintos contextos.

Como se desarrollará en la ponencia si es aceptada, las tres situaciones elegidas ofrecieron distintas dificultades. De acuerdo al análisis de los audios y escritos de los niños la oxidación del hierro tanto al inicio como al final de la secuencia, parece ser la más accesible quizás porque lo “perdido” por el hierro no lo perciben como inexistente sino que lo “encuentran en el polvo”.

Más allá de la categorización que se detalla, creemos que se generaron posibilidades para continuar con la idea corpuscular. Son niños de tercer grado y por tanto hay mucho camino de escolarización.

Tabla 6 – Evaluación según niveles (Benarroch, 2001)

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	% Total
Indagatoria inicial	95%	5%		100
Final combustión	30	45	25	100
Final oxidación	26	43	31	100
Final fermentación	29	47	24	100
Indagación final	60%	29%	11%	100

Notoriamente la secuencia habilitó avances que como sugiere la bibliografía, serán poco sostenibles si no se continúa en esta línea de trabajo. Estamos convencidos que el objetivo de la escuela es crear experiencias de aprendizaje. La educación se relaciona más que nunca con el desarrollo de la mente que aprende, es decir, con el desarrollo de capacidades y actitudes positivas hacia el aprendizaje y hacia la experimentación reflexiva más que hacia la adquisición de conocimiento especializado.

Enseñar es promover la discusión de los problemas planteados; dar lugar a la coordinación de diferentes puntos de vista, orientándolas hacia la resolución compartida de las cuestiones; dar lugar de modo sistemático a la producción de conceptualizaciones y redefiniciones que se aproximen al saber socialmente aceptado.

Aprender es construir conocimiento, es una forma de cambiar las ideas sobre el mundo.

Referencias

- Adúriz Bravo, A (2011) Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución (capítulo 7) en Galagovsky, Lydia (coord.) Didáctica de las ciencias naturales. El caso de los modelos científicos. Buenos Aires Argentina Lugar Editorial Colección Nuevos Paradigmas
- Adúriz Bravo, A (2012) Algunas de las características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química *Educación Química* volumen 23, 248 – 256. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23s2/v23s2a2.pdf>
- ANEP. CEP. República Oriental del Uruguay (2009) Programa de Educación Inicial y Primaria 2008 Montevideo Uruguay Recuperado de http://www.ceip.edu.uy/documentos/normativa/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf
- Benarroch, A (2001): «Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia», en: Revista Enseñanza de las Ciencias 19, pp. 123—134, Barcelona: UAB.
- Caamaño, A (2011) Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* Número 69, 21-34 Recuperado de http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/28_Alambique%20Contextualizacion%20.pdf
- Dibarboure, M (2009)...y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales. Montevideo Uruguay Editorial Santillana S.A. Serie Praxis Aula XXI
- Sutton, C, Caamaño, A (1997) Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales* Número 12 Recuperado de <http://cmap.unavarra.es/rid=1PM89LG9G-44FS8H-3RX/sutton%201997.pdf>
- Vygotsky, L (1995) Pensamiento y Lenguaje Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas Editorial Fausto Recuperado de <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2015/10/Pensamiento-y-Lenguaje-Vigotsky-Lev.pdf>

Datos de los autores

Juan Pablo Garcia Lerete, es maestro en la Escuela de Tiempo Completo No 285 Toledo Canelones. Es estudiante avanzado en la Licenciatura en Ciencias de la Educación Opción Investigación de la FHCE. Integra del Equipo de Estudio e Innovación en la enseñanza de las ciencias naturales de la revista Quehacer Educativo FUM TEP Es autor y coautor de varios artículos publicados en la revista Quehacer Educativo. Ha presentado póster en congresos sobre la enseñanza de las ciencias.

Ángela Escobar Rodríguez es Maestra de Educación Común. Actualmente se desempeña como maestra de 6º grado en la Escuela N° 7 "Laura Silva de Maciel", siendo en la tarde Tallerista de Ciencias Naturales en Escuela de Tiempo Extendido. Ha realizado cursos de Lengua, Matemáticas, Ciencias Sociales (PAEPU), Curso de Didáctica para formadores de Escuelas de Práctica (IPES) y por IFS curso de Arte, Ciencias Naturales y Educación Sexual. Integra del Equipo de Estudio e Innovación en la enseñanza de las ciencias naturales de la revista Quehacer Educativo FUM TEP Es coautora de varios artículos publicados en la revista Quehacer Educativo.

Mariángeles Bugani es Directora Unidocente de la Escuela N° 85 de Altos del Perdido, Soriano. Fundadora y Directora del Museo Escolar de dicha institución. Ha ganado premios internacionales por el mismo y realizado varias ponencias en Congresos. Integra del Equipo de Estudio e Innovación en la enseñanza de las ciencias naturales de la revista Quehacer Educativo FUM TEP Es autora y coautora de varios artículos publicados en la revista Quehacer Educativo. Ha presentado póster y ponencias en congresos sobre la enseñanza de las ciencias.

Una experiencia de aula basada en indagación guiada: los nutrientes y la digestión

Anabela García^{1a}, Ivana Núñez^{2b}, Nicolás Veiga^{3c}, Marcelo Queirolo^{4d}, Lucía Otero^{3e}, Julia Torres^{3f}

¹Colegio Stella Maris, Montevideo, Uruguay

²Secretaría de Apoyo al Estudiante, Facultad de Química, Montevideo, Uruguay

³Área Química Inorgánica, Facultad de Química, Montevideo, Uruguay

⁴Centro de Educación Flexible, Facultad de Química, Montevideo, Uruguay

(a) agarciabeltrame28@gmail.com, (b) ivanu@fq.edu.uy, (c) nveiga@fq.edu.uy, (d) queirolo@fq.edu.uy, (e) luotero@fq.edu.uy, (f) jtorres@fq.edu.uy.

Eje temático:

La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

En este trabajo se comparte la experiencia de aplicación de una secuencia de trabajo realizada con varios grupos de escolares en diferentes escuelas de Montevideo. Se trata de una secuencia centrada en los conceptos de biología y química del Programa Escolar para cuarto año: los nutrientes y la digestión de los alimentos. Mediante la estrategia de indagación guiada y con un enfoque altamente experimental e interactivo, se trabajó en sucesivas sesiones con los alumnos de forma de que ellos fueran construyendo conocimiento acerca de las diferentes funciones del aparato digestivo que transforman los nutrientes contenidos en los alimentos en sustancias aprovechables por el cuerpo humano. A través de la secuencia didáctica propuesta y adaptada en cada caso a los objetivos del maestro de clase, se pone el énfasis en guiar a los niños para que traten de resolver las interrogantes por sí mismos, ideando los procedimientos para reconocer nutrientes en los alimentos y generando hipótesis acerca del aparato digestivo y su funcionamiento. En el proceso se busca que los alumnos elaboren modelos sencillos que luego confrontan con la realidad, que observen, experimenten y arriben a una construcción colectiva del conocimiento. La guía del docente se centra en estimular el proceso, incentivando a los niños a probar las diferentes hipótesis, independientemente de que sean correctas o no. Asimismo el maestro o guía realiza preguntas que mantienen un alto nivel de interés por parte de la clase y fomentan la discusión entre pares acerca de las posibles estrategias que permiten probar o refutar una hipótesis. Así, los alumnos descubren cuáles son los grupos de nutrientes principales y en qué alimentos se encuentran presentes a partir de la observación de tablas nutricionales y de la realización de experimentos de reconocimiento mediante indicadores. A medida que se avanza en la secuencia durante el año lectivo, los alumnos construyen el conocimiento y a partir de su propia experiencia demuestran cómo la masticación ayuda a que los nutrientes se disuelvan más rápidamente, observan la ruptura del almidón por parte de enzimas en la saliva, son testigos de la desnaturalización de las proteínas por los ácidos presentes en el estómago y experimentan la emulsión de los lípidos. Este proceso de trabajo les permite entender de una forma sencilla y vivencial, los complejos mecanismos fisicoquímicos que llevan al óptimo aprovechamiento de

azúcares complejos, proteínas y lípidos y cómo el cuerpo humano logra que se lleve a cabo todo el pasaje a través del tracto gastrointestinal de forma de que todos estos procesos sean posibles. Los resultados obtenidos muestran que la totalidad de los alumnos logran apropiarse del conocimiento siendo capaces al final del proceso de diseñar otros ensayos de reconocimiento simples y de explicar mediante dibujos o expresándose en forma oral con sus propias palabras cómo es el aparato digestivo, qué funciones tiene y cómo se desarrollan cada una de esas funciones. Mediante esta estrategia de indagación guiada los alumnos desarrollan habilidades científicas al mismo tiempo que demuestran construcción del aprendizaje y apropiación de los contenidos principales trabajados.

Palabras clave: química, biología, 4º año escolar

Introducción

La educación en ciencia se ha focalizado en las últimas décadas en desarrollar en los alumnos la capacidad de tomar decisiones equilibradas empleando conocimiento científico en un mundo sobrecargado de información. Contrariamente a lo que ocurre en la enseñanza tradicional, con enfoques experimentales estructurados en los que se repiten procedimientos sin el necesario énfasis en la construcción de conocimiento o en el desarrollo de las habilidades necesarias (Johnstone, 2001), la tendencia actual se centra en promover estrategias de aprendizaje activo basadas en el alumno, como son el aprendizaje mediante problemas de laboratorio o el aprendizaje mediante indagación (Soubiron, 2005; Gormally, 2009).

La enseñanza de las ciencias mediante indagación busca enseñar recreando la práctica científica. Esta estrategia pedagógica parte de una pregunta u observación en la cual los alumnos observan un objeto o un fenómeno real y experimentan con él, trabajando en equipo. En ese proceso, argumentan, razonan, discuten ideas y resultados, construyen y se apropian de sus conocimientos. De esa manera se logra desarrollar en el estudiante las competencias vinculadas con el trabajo real de la ciencia y la tecnología, entre ellas la capacidad de observación crítica de un hecho empírico concreto, la capacidad de descripción detallada y minuciosa de la observación realizada y la habilidad para obtener datos y ordenarlos de una manera que le permita analizarlos, interpretarlos, relacionarlos, establecer similitudes y diferencias, etc. Asimismo se promueve la capacidad para poder elaborar, a través del análisis exhaustivo de los resultados obtenidos, posibles conclusiones y generalizaciones que permitan interpretar y predecir otros resultados en situaciones comparables, el desarrollo del espíritu crítico, la capacidad para el trabajo en equipo para la confrontación y discusión de resultados obtenidos por otros, etc. (Gormally, 2009; Gutiérrez, 2015; Sundberg, 1994).

Numerosos ejemplos disponibles muestran el éxito de este tipo de estrategias para mejorar el aprendizaje y desarrollar una conciencia más realista de las propias habilidades de laboratorio por parte de los alumnos (Gormally, 2009; Lott, 1983; Schneider, 2002; Shymansky, 1990; Von Secker, 1999; Weinstein, 1982).

En una concepción estratégica que prioriza los contenidos científicos, se ha propuesto emplear la indagación como una actividad algo más guiada en la que el docente instructor dirige el trabajo para focalizarlo sobre un concepto específico a partir de una pregunta básica, un problema o una observación (Uno, 1994). En este enfoque más guiado, la estrategia pedagógica se aleja en parte de la similitud con el trabajo abierto y complejo de un científico que elige el tema de investigación

para centrarse en tareas de observación, modelado, control de variables y desarrollo de experimentos (Chinn, 2002). El delicado equilibrio entre ser la guía que incentive y oriente a los alumnos en sus investigaciones y el instructor estricto que transforma la actividad en un camino hacia una única respuesta estructurada y una única manera “correcta” de hacer las cosas en el laboratorio, es muy difícil de lograr. Por eso el papel del docente instructor resulta fundamental en las estrategias pedagógicas que promueven el desarrollo de habilidades científicas.

En este trabajo se comparte una secuencia didáctica flexible diseñada para trabajar con escolares, basada en la estrategia de indagación guiada. El enfoque de la estrategia pedagógica elegida se centra en la propuesta por parte del docente guía de un problema u observación inicial acompañado de una pregunta de indagación. Posteriormente, la tarea del docente se enfoca en ayudar a los alumnos a elegir las acciones a realizar y las variables a considerar, a planificar y controlar los procedimientos que se realicen y a encontrar y transmitir las conclusiones obtenidas. La guía y apoyo del docente se basa en comentar, cuestionar, aconsejar y apoyar en forma constante, pero dejando que los alumnos tomen las decisiones de la investigación. La labor de guía debe cuestionar a los alumnos de forma de mantener un nivel de desafío intelectual constante, pero también debe ser alentadora de forma de mantener en el alumno una actitud positiva que evite la frustración ante una situación que le es difícil de resolver (Igelsrud, 1988).

Desarrollo de la secuencia

La secuencia que aquí se comparte fue realizada con escolares en diferentes instancias. En cada caso se adaptó la propuesta al grupo en colaboración con el maestro de clase, de forma que en algunos casos puntuales se prefirió no realizar alguna actividad o hacer pequeñas modificaciones a lo que aquí se expone. En este trabajo se describe la estrategia general adoptada como propuesta flexible y adaptable para ser empleada por otros docentes y se comentan los resultados más salientes de dos instancias de aplicación. El conjunto de actividades que aquí se detallan no fue aplicado en ningún caso en su totalidad, sino que se seleccionaron en acuerdo con el maestro aquellas que se adaptaban mejor a los conocimientos previos y a los objetivos del año de cada grupo.

Una de las aplicaciones de la secuencia se desarrolló en 3 grupos de cuarto año del Colegio Stella Maris de Montevideo, Uruguay. Para realizar esta secuencia, los alumnos concurren una vez por semana al laboratorio, totalizando 9 sesiones (incluyendo una de evaluación) de 45 minutos cada una aproximadamente. La propuesta fue planteada y dirigida por un maestro especializado en ciencias y se trabajó en conjunto con el maestro de clase, con quien se acordaron los contenidos para trabajar en forma coordinada con otras áreas (matemática y lenguaje). Se dispuso para todas las actividades de un gran número de materiales para que los alumnos pudieran usar libremente durante el trabajo. Por otra parte, una secuencia similar se desarrolló anteriormente en la Escuela 302 que se encuentra en un barrio de muy bajo poder adquisitivo. En este caso se trabajó con todas las clases de la escuela en una secuencia de 4 visitas al aula de docentes no pertenecientes al centro, quienes trabajaron en conjunto con el maestro de clase, habiendo coordinado previamente con cada uno las acciones a llevar a cabo en cada clase. En este caso, las actividades se realizaron directamente en el aula, tuvieron una duración de tres horas en las que se hizo siempre un corte para compartir una merienda y se suministraron también todos los materiales necesarios para trabajar.

En ambas propuestas los materiales fueron elegidos de forma de minimizar los costos y maximizar su reutilización en las diferentes actividades. Se trabajó siempre en modalidad de equipos, en la que se permitió a los alumnos elegir libremente el rol que ocupaban en el mismo, incentivándolos a cambiar de rol en algunos casos para permitir que los alumnos participaran directamente en diferentes aspectos de la investigación. Se propuso trabajar en base a los siguientes roles:

- líder de la investigación: consultando con su equipo lleva la iniciativa en el diseño y realización de las acciones
- secretario: es responsable del registro oficial de todo lo que se va observando, más allá de las anotaciones que cada alumno realiza en su cuaderno
- vocero: es el encargado de comunicar a los otros equipos las conclusiones a las que ha arribado el equipo
- encargado de materiales: es responsable del buen uso, limpieza y adecuado mantenimiento de los materiales de trabajo

Todas las acciones se plantearon en base a preguntas iniciales que promovieran la indagación acerca de cada uno de los procesos digestivos, de forma de ir construyendo a lo largo de la secuencia la integración de todo el conocimiento, profundizando en conceptos de biología y química contenidos en el programa Escolar, nivel 4º año (Programa ANEP, 2008). Se promovió siempre el trabajo activo por parte de los alumnos, buscando incentivar la formulación de preguntas y la búsqueda de respuestas. Las explicaciones formales surgían siempre al final de la secuencia. La guía docente fue siempre de asistencia mínima, con un objetivo en contenido muy claro y preciso y buscando siempre la realización de preguntas estratégicas.

Actividades sobre composición química de los alimentos

En la primera actividad se parte del concepto previo de nutriente y de la siguiente pregunta: ¿Qué nutrientes están presentes en los alimentos? A partir de la observación de tablas nutricionales de los alimentos se busca que los escolares saquen las primeras impresiones acerca de la composición de los alimentos (Figura 1). Mediante el uso de papelógrafos por ejemplo, los equipos resumen sus conclusiones y las presentan al grupo, mientras el docente actúa como guía moderador, estimulando las preguntas entre los compañeros y ayudando a los alumnos a expresarse y transmitir lo aprendido empleando los términos adecuados.



Figura 1- Actividad de búsqueda de nutrientes en tablas nutricionales de diferentes alimentos.

En tres actividades sucesivas que pueden realizarse posteriormente se plantean las siguientes preguntas de indagación: ¿Qué alimentos son ricos en proteínas? ¿Qué alimentos son ricos en almidón? ¿Qué alimentos son ricos en lípidos? Para estas tres actividades de reconocimiento, retomando la primera actividad ya realizada con las tablas nutricionales de los alimentos, se plantea la realización en equipos de reacciones de reconocimiento de cada grupo principal de nutrientes. De esa forma, los alumnos van elaborando conclusiones acerca de la composición de los alimentos que obtienen de su propia experiencia. Se identifican así almidón por reacción con solución comercial de yodo, proteínas empleando la reacción de Biuret y lípidos por la capacidad de generar manchas translúcidas en un papel (Otero, 2008). En la figura 2 se muestra como ejemplo la identificación de almidón. Cada grupo de nutrientes puede trabajarse en una actividad independiente en días diferentes, de forma de ir dando tiempo a la maduración de lo aprendido. Alternativamente, puede centrarse el trabajo en un solo grupo de nutrientes principales (azúcares complejos, proteínas o lípidos). En cada etapa de reconocimiento es importante guiar a los alumnos a interpretar el resultado de un ensayo de reconocimiento, generando la habilidad para adaptarlo a cualquier otro uso de reactivo indicador. El énfasis en la necesidad de llevar a cabo ensayos positivos y negativos permite construir fácilmente la relación entre el color de un indicador y la presencia de un nutriente. Por ejemplo, si se agrega una solución de yodo al almidón de maíz se observa la coloración azul oscura que indica un ensayo positivo de almidón. Por otra parte, al agregar yodo a un poco de agua, la coloración original amarillo-marrón del yodo no cambia, siendo éste un ensayo negativo, es decir ausencia de almidón. Pueden contrastarse los resultados también con bibliografía especializada, consultas a expertos, fotos, material didáctico de nivel adecuado (<http://dec.fq.edu.uy/laquimicatealimenta/>), etc. Es posible por ejemplo emplear círculos nutricionales para comparar las conclusiones de los distintos equipos o recibir la visita de un nutricionista que pueda dialogar con los alumnos y ayude a despejar consultas, hacer nuevos aportes sobre alimentación saludable, etc.



Figura 2- Ensayo de reconocimiento de almidón en diferentes alimentos, a la izquierda demostración de los ensayos positivo (presencia) y negativo (ausencia) de almidón.

La contrastación de la información brindada en el paquete de cada alimento con experimentos que permiten reconocer la presencia abundante de un nutriente en un alimento (proteínas en la leche, almidón en el pan, lípidos en la manteca, por ejemplo) permite relacionar lo aprendido y elaborar tablas completas que pueden ser luego discutidas y contrastadas entre los diferentes equipos de trabajo.

En estas actividades de reconocimiento de nutrientes se deben trabajar también algunas normas de seguridad básicas. Los reactivos empleados presentan muy baja peligrosidad (Otero, 2008), pero de todas formas es importante enfatizar que no se debe comer ningún alimento que se esté analizando y que se deben lavar bien las manos al terminar la actividad.

Actividades de elaboración del modelo de aparato digestivo

Se comienza una nueva etapa con una actividad en la que da a los alumnos un trozo de alimento sólido (por ejemplo pan) y un vaso de agua y se les pide que se observen a sí mismos y elaboren un modelo del aparato digestivo en forma individual (Figura 3). Se enfatiza la observación minuciosa de lo que sucede cuando comemos a nivel de los diferentes órganos del cuerpo. Se parte ahora de la pregunta de indagación: ¿Qué sucede con los sólidos y líquidos que ingerimos? Se puede pedir a los niños que dibujen un modelo-idea de lo que sucede con el alimento sólido y el agua en nuestro cuerpo. Los preconceptos se ponen así de manifiesto para que el maestro pueda trabajar en lo sucesivo y además para que el alumno vaya confrontando durante el proceso sus ideas previas con lo que va descubriendo en la medida que va construyendo el conocimiento sobre el modelo real.

Figura 3- Etapa de modelado del aparato digestivo a partir de la observación.



Posteriormente con el fin de estudiar realmente cómo es el aparato digestivo, se proponen diferentes consignas en las que los equipos parten de las preguntas: ¿Cómo se digieren las proteínas? ¿Cómo se digiere el almidón? ¿Cómo se digieren los lípidos? ¿Cómo recorren los alimentos nuestro aparato digestivo? Cada una de estas consignas puede ser una actividad independiente realizada en un día distinto o como alternativa cada equipo dentro de la clase puede trabajar en una de las preguntas durante una o más sesiones como un pequeño proyecto de investigación propio. También puede elegirse la opción de trabajar más profundamente en solo una o dos de las preguntas propuestas, de acuerdo a la realidad del grupo con el que se está trabajando. Para responder cada una de las preguntas de indagación propuestas acerca de la fisiología de la digestión es necesario que los equipos se informen sobre los procesos que tienen lugar y luego los reproduzcan mediante la construcción de un modelo para poder demostrar cómo funciona el aparato digestivo.

Para finalizar esta etapa, luego de la necesaria contrastación con datos científicos confiables como libros, material didáctico, radiografías de contraste, consultas con expertos, etc., se puede organizar una instancia de compartir resultados en la que cada equipo muestra sus conclusiones al resto de la clase, la escuela o los padres. Esta instancia final promueve la reflexión de lo aprendido y al mismo tiempo resulta muy motivadora, ya que los alumnos pueden contar lo que descubrieron en forma personal o en equipo al indagar como lo haría un científico.

Resultados

A continuación se comparten los resultados más relevantes de la aplicación de las actividades descritas con diferentes grupos de escolares. Si bien en cada grupo el énfasis en contenidos y por lo tanto la selección de actividades fue diferente, hubo una gran coincidencia en los resultados obtenidos en forma general.

Luego de la primera actividad con las tablas nutricionales, los equipos de alumnos fueron capaces de extraer los grupos principales de nutrientes presentes en los alimentos y de generar tablas y compararlas, en un intercambio que llevó a discutir en la clase y con la guía del maestro qué alimentos se debe comer para estar saludable. De la discusión entre los equipos surgieron en algunos casos preguntas muy interesantes. Por ejemplo, algunos paquetes de pasta informan sobre la presencia de proteínas. Incluso en el caso de la pasta al huevo la cantidad de proteínas es relativamente alta. Esta discusión abre la posibilidad de plantear formas diferentes de seguir la secuencia como puede ser investigar la razón de la presencia de relativamente altas cantidades de proteína en la pasta tradicional al huevo. La actividad de identificación de proteínas puede conectarse con esta nueva pregunta ¿De dónde vienen las proteínas de la pasta? Así pueden generarse diversas secuencias de indagación guiada en base a las preguntas de los alumnos (por ejemplo buscar datos para comparar con otros tipos de pasta, con y sin huevo, con y sin trigo, etc.). En la medida en que fueron desarrollando uno o más de los ensayos químicos de la identificación de nutrientes fueron surgiendo naturalmente por parte de los niños inquietudes de poder reconocer nutrientes en los alimentos que ellos conocen y consumen. Surge un interés realmente muy marcado de emplear un pequeño trozo de alimento de su merienda para poder saber qué nutrientes están presentes. Cumpliendo con las precauciones de seguridad, se puede reservar un pequeño trozo de alimento durante la merienda para analizarlo posteriormente al volver a la clase. Esta actividad generó mucho interés de parte de los alumnos y abrió en forma natural la discusión sobre la necesidad y la posibilidad de llevar una dieta saludable. En esta etapa la guía del maestro de clase, que conoce la realidad de cada alumno, resultó indispensable para, respetando el contexto en el que se está inmerso en cada hogar, incentivar la buena alimentación en base a lo aprendido en los ensayos de reconocimiento.

En los casos en los que se realizó más de un ensayo de reconocimiento, en el primero de ellos (puede elegirse empezar por almidón, proteínas o lípidos de acuerdo al interés de la clase), el docente debe guiar a los alumnos a averiguar cómo el indicador indica la presencia del nutriente, demostrando la realización de ensayos negativos (con agua) y positivos (con almidón de maíz para reconocimiento de almidón, caseína o clara de huevo para proteínas, un aceite o grasa cualquiera para lípidos). En los reconocimientos que se realizan en segundo y eventualmente en tercer lugar, la guía en este sentido ya no es necesaria porque surge la necesidad inicial de parte de los alumnos de comprobar cómo funciona el indicador. En ese caso, puede dejarse que los

alumnos diseñen la forma de averiguar cómo funciona el indicador. La estrategia más efectiva resultó etiquetar los reactivos de reconocimiento para almidón y proteínas como “indicador de almidón” e “indicador de proteínas”, evitando introducir nuevas palabras (yodo, reactivo de Biuret) de forma de disminuir la sobrecarga de información y centrar el aprendizaje en el objetivo principal planteado de reconocimiento de nutrientes (Johnstone, 2001; Johnstone, 1997).

En la etapa de generación del modelo de aparato digestivo, cuando los alumnos de 4º año dibujan el primer modelo a partir de la experiencia de observarse a sí mismos al comer, una elevada proporción de ellos esbozan caminos dentro del cuerpo (en general tubos y en algunos casos aparece un engrosamiento a nivel estomacal). Aproximadamente el 80 % de los alumnos dibujan dos caminos claramente separados para los alimentos sólidos y los líquidos, llevando cada uno hacia la formación de orina y materia fecal (Figura 4). Este preconcepto basado en la autoobservación es muy común y ha sido reportado en otros estudios similares (Chevalerias, 2002).

Para modelar el funcionamiento de los diferentes aspectos propuestos en las actividades de modelado, surgieron algunos enfoques guiados por los docentes hacia la elaboración de un esquema general de aparato digestivo completo que permita responder cabalmente todas las preguntas planteadas. Para elaborar el modelo se consultaron fuentes confiables en cada caso y todas las construcciones se realizaron tratando de respetar lo aprendido y reutilizando materiales en lo posible. A continuación se describen algunos de los logros de los equipos.



Figura 4- Ejemplos de modelos elaborados por los alumnos luego de observarse a sí mismos comer un alimento sólido y tomar agua.

La masticación se evidenció como una función que permite achicar el tamaño de partícula de los alimentos, acelerando el proceso de disolución que hace posible la absorción de los nutrientes contenidos en cada alimento. Para modelarlo se observó la disolución en forma comparativa de un alimento sólido coloreado (puede ser un caramelo rojo, por ejemplo). En dos recipientes conteniendo la misma cantidad de agua se agregó un caramelo (en un caso el caramelo original y en el otro el caramelo previamente triturado) observando cómo el de menor tamaño de

partícula hace que la disolución sea mucho más rápida. Al realizar el trabajo, surgió como una necesidad por parte de los alumnos de realizar el experimento controlando adecuadamente las variables para poder observar mejor lo que sucede. Para visualizar la desnaturalización de las proteínas a nivel de estómago se empleó un recipiente en el que se agregó ácido a la proteína de huevo, para observar la formación de un coágulo blancuzco que evidencia la desnaturalización de las proteínas. Se representó a la proteína mediante un modelo construido con cuerdas que se desenredaban y luego cortaban para atravesar la membrana intestinal. Un modelo de intestino de polifón permitió modelar el pasaje de pequeños trozos de la proteína, luego de su desnaturalización (Figura 5).



Figura 5- Modelos didácticos de la estructura de una proteína y del intestino.

La digestión del almidón por parte de la amilasa se recreó mediante la acción de la saliva sobre trozos de pan. Empleando un filtro de papel como modelo de membrana intestinal se verificó la ausencia de almidón luego de la acción de la saliva, debido a la hidrólisis enzimática mediada por la enzima amilasa. Se modeló la molécula de almidón empleando cartulina y el proceso de ruptura enzimática mediante el uso de una tijera. Nuevamente el intestino modelo permitió mostrar el pasaje de los azúcares simples y no de los complejos.

Para estudiar la digestión de los lípidos, se representó la membrana intestinal mediante una servilleta de cocina a través de la cual se hizo pasar una mezcla de agua y aceite. Se agregó también una sustancia tensoactiva (jabón) que emulsionó los lípidos. Se hizo pasar la mezcla por la servilleta lográndose un pasaje rápido y completo. La mezcla sin tensoactivos, conteniendo solamente agua y lípidos no atraviesa la membrana (pasa el agua y los lípidos quedan).

Para mostrar el avance de los alimentos por el tubo digestivo se preparó un tubo construido con una media de nylon en el que se colocó una mezcla de alimentos, un poco de ácido representando los jugos gástricos y agua. La mezcla fue impulsada a lo largo del tubo por movimientos de compresión con las manos simulando la acción de los movimientos peristálticos (Figura 6). El contenido avanzó por el tubo y al mismo tiempo parte del líquido, junto con algunas sustancias coloreadas solubles presentes en los alimentos, pasó a través del nylon filtrándose. Este modelo permitió afianzar la idea de un tubo común en el que se generan a partir de todos los alimentos, residuos sólidos que siguen por el intestino y líquido con nutrientes que luego de aprovecharse por parte de las células seguirá camino hasta generar la orina.

Como actividad final se pidió a los alumnos que mejoraran en forma individual el modelo inicial realizado como hipótesis. Se obtuvo una clara evidencia de adquisición de conocimientos acerca del aparato digestivo y su funcionamiento, apreciándose una evolución muy positiva en todos los diseños finales.

La diferencia en los modelos evaluados se apreció en cada caso en la etapa del diseño que cada niño registró como más vivencial, siendo mayor el énfasis en los datos arrojados por los especialistas o en los nombres asociados a la función de los órganos que los niños habían fijado con mayor acierto. Se evidenció claramente que la concepción inicial (que pan y agua van por caminos diferentes) no apareció en ninguno de los casos. Se apreció una buena adquisición del concepto de sistema y de la ubicación de cada órgano en relación a su función, sin que se haya trabajado previamente en forma explícita por parte del maestro durante la clase. Resulta interesante comprobar en la mayoría de los trabajos una sorprendente habilidad para emplear con naturalidad la terminología científica asociada a los diseños finales. Por último, se vivió un clima de alegre distensión al momento de lo que podemos tomar como evaluación; los niños se veían ansiosos de mostrar plenamente su conocimiento sin el estrés que generan las pruebas formales.



Figura 6- Modelado del pasaje intestinal de los alimentos procesados.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten destacar la efectividad de proponer tareas desafiantes y abiertas a los alumnos para promover el trabajo autónomo y autodirigido. Este enfoque es aplicable a tareas y problemas para realizar en forma individual o en equipo, permitiendo así desarrollar la capacidad de alcanzar el conocimiento y las competencias para la resolución de problemas. Es muy claro también el aumento de la motivación y el interés que surge por la ciencia como disciplina. La estrategia de indagación guiada puede implementarse gradualmente y en un grado diferente en diferentes clases. No es necesario planificar un proyecto en gran escala, sino que en cualquier momento, los maestros pueden integrar y utilizar pequeñas actividades de indagación en sus clases.

Agradecimientos

Fundación La main à la pâte por su apoyo. Escuela 302 y Colegio Stella Maris.

Referencias

- H. M. Dyasi en "La enseñanza de la ciencia en la educación básica. Antología sobre indagación", editores R. Gutiérrez, C. Everaert, C. Robles (2015)
- F. Chevalerias, P. Léna, E. Saltiel, J. P. Sarmant (editores), Teaching Science in School (2002)
- C. A. Chinn, B. A. Malhotra, Science Education, 86 (2002) 175
- C. Gormally, P. Brickman, B. Hallar, N. Armstrong, International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 3 (2009) 1
- D. E. Igelsrud, W. H. E. Leonard, W. H. E., American Biology Teacher, 50 (1988) 303
- A. H. Johnstone, A. Al-Shuaili, University Chemistry Education, 2001, 5 42
- A. H. Johnstone, Journal of Chemical Education, 1997, 74, 262
- G. W. Lott, Journal of Research in Science Teaching, 20 (1983) 437
- L. Otero, J. Torres, ALDEQ XXIII (2008) 168
- Programa Escolar, ANEP, 2008, disponible en http://www.ceip.edu.uy/documentos/normativa/programescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf
- R. M. Schneider, J. Krajcik, R. W. Marx, E. Soloway, Journal of Research in Science Teaching, 39 (2002), 410
- J. A. Shymansky, Journal of Research in Science Teaching, 27 (1990) 127
- E. Soubiron, "La aplicación de las Situaciones Problemáticas Experimentables (SPE) como estrategia didáctica en el aprendizaje de la Química", 2005, <http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/quimicalibro.pdf>
- M. D. Sundberg, G. J. Moncada, G. J., Bioscience, 44 (1994), 698
- G. E. Uno, R. W. Bybee, Bioscience, 44 (1994) 553
- C. E. Von Secker, R. W. Lissitz, Journal of Research in Science Teaching, 36 (1990) 1110
- T. Weinstein, Journal of Research in Science Teaching, 19 (1982) 511; T. Weinstein, F. D. Boulanger, H. J. Walberg, Journal of Research in Science Teaching, 19 (1982) 511

Datos de los autores

Anabela García: Es maestra egresada del Instituto de formación Docente "María Stagnero de Munar", Profesora de Inglés titulada en International House, curso de especialización en educación de adultos (Londres) e Instituto Cultural Anglo Uruguayo. Diplomada en gestión de Centros Educativos (Universidad ORT). Especializada en Enseñanza en Ciencias basada en Indagación por LA-MAP (Francia). Actualmente está a cargo del apoyo a los docentes desde el área de Ciencias en el colegio Stella Maris, trabajando con todos los niveles desde Preescolares a 6to año inclusive. Dicta talleres de formación docente y diseña unidades de Indagación.

Ivana Núñez: Licenciada en Química y estudiante de Doctorado en Química, orientación Educación. Dirige la Secretaría de Apoyo al Estudiante desde su creación en 2008. Se desempeña como docente en cursos de grado y posgrado de Química Orgánica y gestiona las modalidades flexibles

de los cursos del Dpto. de Química Orgánica. Ha dictado cursos de formación docente en el CERP, Salto y en CSE, UdelaR y ha realizado numerosos trabajos de extensión con maestros y estudiantes de Enseñanza Primaria. Es integrante del grupo organizador del Concurso Nacional de Crecimiento de Cristales para Enseñanza Primaria y Secundaria.

Nicolás Veiga: Es Profesor Adjunto de Química Inorgánica de la Facultad de Química desde 2015. Obtuvo el título de Doctor en Química en 2011 y es integrante del Sistema Nacional de Investigadores (nivel I) e investigador grado 3 del PEDECIBA Química. Cuenta con experiencia docente de grado y posgrado, dirección de trabajos de investigación de grado y varias publicaciones en revistas científicas internacionales referadas de alto impacto, así como presentaciones en congresos. Ha participado en varias tareas de extensión que involucran al Programa Olimpiada Uruguaya de Química y talleres y conferencias para maestros y profesores.

Marcelo Queirolo: Director del Centro de Educación Flexible de la Facultad de Química, Profesor Agregado de Química Inorgánica. Es el creador y responsable del grupo Química d+, un programa de divulgación científica y perfeccionamiento docente que tiene como objetivo promover la educación no formal en química de escolares y liceales mediante la creación de actividades experimentales innovadoras. Responsable de la creación y actual funcionamiento del Moleculario, una exposición científica para niños y adolescentes acerca del mundo submicroscópico de los átomos y las moléculas que están presentes en la vida cotidiana.

Lucía Otero: Es Doctora en Química, Profesor Agregado de Química Inorgánica de la Facultad de Química. Participa en el dictado de cursos de grado y posgrado de la Facultad de Química. Realiza tareas de investigación en el área de la Química Bioinorgánica siendo autor de numerosas publicaciones en revistas científicas internacionales de alto impacto. Ha dirigido proyectos de investigación y tesis de grado y posgrado. Realiza actividades de extensión fundamentalmente relacionadas con el dictado de cursos y talleres de formación para maestros y profesores de Enseñanza Media. Ha participado en varios proyectos de popularización de la ciencia y la tecnología.

Julia Torres: Es Doctora en Química, Profesora Titular de Química Inorgánica de la Facultad de Química, integrante del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II) e investigadora grado 4 del PEDECIBA Química. Cuenta con experiencia docente de grado y posgrado, dirección de trabajos de investigación de grado y posgrado y numerosas publicaciones internacionales de alto nivel, así como presentaciones en congresos. Ha llevado a cabo numerosas tareas de extensión, habiendo dirigido proyectos, como tutora de trabajos de docentes de Enseñanza Media, dictando talleres y conferencias para escolares, liceales, maestros o profesores, diseñando propuestas pedagógicas para escolares y liceales, organizando eventos de extensión y diseñando un curso a distancia para el IPA.

Ciclo de Cine y Ciencia en la Universidad

Sebastián Castro^(1,a), José Di Laccio^(2,b), Fernando López^(3,c), María José Benítez^(3,d), Santiago Peraza^(4,e), Natalia Bissio^(5,f), Rosmarí Negrín^(5,g), Nélica Rodríguez^(6,h)

Pertenencia Institucional:

1. Departamento de Matemática y Estadística, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Uruguay.

2. Departamento de Física, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Uruguay.

3. Laboratorio de Virología Molecular, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Uruguay.

4. Estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Biológica, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Uruguay.

5. Departamento de Ciencias Sociales, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Uruguay.

6. Polo de Desarrollo Universitario de Genómica y Bioinformática, CENUR Litoral Norte, Uruguay.

(a) scastro.uy@gmail.com, (b) jdilaccio@unorte.edu.uy, (c) fernandolopeztort@gmail.com,

(d) mhenitezgaleano@gmail.com, (e) santy91@gmail.com, (f) nataliadesalto@hotmail.com, (g)

rosmarinegrin@gmail.com, (h) nelida.rodriguez@unorte.edu.uy

Eje temático: experiencias no tradicionales de enseñanza de las Ciencias

Resumen

Presentamos una propuesta innovadora en la sede Salto de la Universidad de la República, que busca estimular el intercambio y el gusto por la ciencia a través de un ciclo de cine y ciencia. El objetivo principal del ciclo consiste en generar un espacio de convergencia de distintas disciplinas científicas y de intercambio entre docentes, estudiantes y público en general, utilizando el cine como elemento motivador y disparador de conceptos científicos en un ambiente diferente al tradicional, pero no por eso menos riguroso. El ciclo cuenta con el aval institucional y se enmarca dentro de las actividades desarrolladas por los 60 años del proceso de la Universidad en Salto.

Palabras claves (*Ciencia, Enseñanza, Cine*)

Desarrollo del trabajo

El cine es una excelente herramienta no solo para el entretenimiento, sino también para la exploración, el aprendizaje y la difusión del conocimiento. La enseñanza de la ciencia en particular puede beneficiarse de películas que giran en torno a la ciencia, poniendo conceptos científicos en situaciones intrigantes que motivan el aprendizaje (Raham, 2004). Según Terence Cavanaugh, el uso de películas de ciencia ficción como *Parque Jurásico*, *Anaconda* o *Tornado*, en clase, permite enseñar conceptos científicos sin perder el interés de los estudiantes en el proceso. Cavanaugh afirma que el uso de películas en la enseñanza de la ciencia “mejora la actitud de los estudiantes hacia la ciencia, cautiva la atención de estudiantes con diversos intereses, al usar películas con un amplio espectro de temas científicos, e incluso mejora el desempeño de los estudiantes en los exámenes (Cavanaugh, 2002). Películas con un buen respaldo científico y que logren abordar la ciencia de manera correcta pueden mejorar la forma en que la ciencia y los científicos son percibidos por el público estimulando el diálogo y la reflexión sobre adelantos científico-tecnológicos y sobre sus impactos sociales, económicos y ambientales. Igualmente, películas con representaciones inexactas de la ciencia pueden contribuir de manera negativa generando ideas erróneas, prejuicios y temores infundados hacia la investigación científica (Kirby, 2011).

La Universidad como centro de aprendizaje y formación que se sustenta en la enseñanza, la investigación y la extensión, puede aprovechar material fílmico sobre ciencia para generar un espacio de reflexión entre docentes, estudiantes y la comunidad en general sobre temas científicos no discutidos cotidianamente.

En este contexto, nuestra propuesta consiste en organizar y desarrollar un ciclo de cine centrado en películas o documentales cuyo tema central sea la ciencia en general o algunas ramas específicas, tanto de las ciencias “básicas” como “aplicadas”: Matemática, Física, Biología, Computación, Ecología y Medio Ambiente, y Ciencias Sociales, aprovechando la presencia en nuestra sede de la Universidad de docentes y programas académicos relacionados con estas áreas, tanto a nivel de enseñanza como de investigación.

La metodología acordada para la implementación del ciclo consiste principalmente en tres partes: (1) la *presentación* de la película y una breve explicación sobre los conceptos científicos centrales que aparecen, su relevancia actual y los motivos para su selección a cargo de un docente o grupo de docentes en no más de 15 minutos; (2) la *proyección* de la película y (3) *discusión* y reflexión final, incentivando la participación del público presente sobre los aspectos científicos y/o tecnológicos de la película, y sus repercusiones sociales.

El ciclo se llevará a cabo en el segundo semestre de 2017, entre agosto y noviembre, con proyecciones cada dos semanas en la Sede Salto del CENUR Litoral Norte. Se espera contar con la asistencia de estudiantes, docentes y funcionarios de la Universidad, así como de otras personas no necesariamente vinculadas a la institución, como docentes y estudiantes de nivel secundario y público en general. Para ello se prevé la difusión en distintos ámbitos (afiches en papel, redes sociales, publicación en semanarios culturales, entrevistas radiales, etc.).

La organización del ciclo está a cargo de un conjunto de docentes y estudiantes universitarios de distintas áreas científicas, algunos/as de las cuales serán también presentadores del ciclo. La lista tentativa es la siguiente:

- Agosto:

(1) Película "*GATTACA*", área Biología/Genética, presentadora: Nélide Rodríguez, directora del Polo de Desarrollo Universitario de Genómica y Bioinformática.

(2) Película "*La habitación*", área Ciencias Sociales, presentadora Natalia Bisio, docente del Departamento de Ciencias Sociales.

- Setiembre:

(3) Película "*Ex-machina*", área Computación/Inteligencia Artificial, presentadores Mario González, docente del Departamento de Matemática y Estadística, y Santiago Peraza, estudiante de la Licenciatura en Ingeniería Biológica.

(4) Película "*Primavera, verano, otoño, invierno... y otra vez primavera*", área Educación, presentadora Laura Domínguez, coordinadora de la Unidad de Apoyo a la Enseñanza.

- Octubre:

(5) Película "*Contagio*", área Biología/Virología, presentadores María José Benítez y Fernando López, docentes del Laboratorio de Virología Molecular.

(6) Película "*Stop: rodando el cambio*", área Ecología y Medio Ambiente, presentadores Dahiana Curbelo, Danilo Da Rosa y Cecilia Papalardo, integrantes de la Comisión de Gestión Ambiental.

- Noviembre:

(7) Una película del área Matemática a definir entre 4 propuestas.

(8) Película "*El nombre de la rosa*", área Física, presentador José Di Laccio, docente del Departamento de Física.

El aporte para el Congreso consiste en la presentación de la experiencia (parcial y en proceso) del ciclo, incluyendo una sistematización de las proyecciones realizadas hasta ese momento y de las previstas en el futuro. De forma complementaria se brindará información sobre las distintas percepciones del ciclo por parte de los participantes, lecciones aprendidas y recomendaciones para colegas que quieran desarrollar actividades de este tipo. Lo anterior se realizará sobre la base de encuestas de evaluación y opinión entre los asistentes. Del mismo modo, se espera recibir comentarios y aportes que puedan servir para mejorar la experiencia para posibles futuras ediciones.

Conclusiones y recomendaciones

Consideramos que la presente propuesta es una herramienta innovadora para abordar y discutir temas científicos vinculados a la vida cotidiana, desde una perspectiva distinta a la tradicional y que puede verse fortalecida por los conocimientos de los investigadores participantes. Esperamos que sea una instancia de reflexión interdisciplinaria en lo concerniente a los diversos temas abordados.

Referencias

- Cavanaugh T. Science Fiction and Science Education. *Science Scope* 25; 6: 64-69; 2002.
- Raham RG. Teaching Science Fact with Science Fiction. Teacher Ideas Press; 2004.
- Kirby David Lab Coats in Hollywood: Science, Scientists, and Cinema MIT; 2011

Anexos

Datos de los autores

María José Benítez, Licenciada y Magíster en Ciencias Biológicas, estudiante de Doctorado en Biología Celular y Molecular (UDELAR). Investigadora del Laboratorio de Virología Molecular, CENUR Litoral Norte, Salto.

Natalia Bissio, Licenciada en Trabajo Social, Magíster en Ciencias Sociales, estudiante de Doctorado en Ciencias Sociales. Docente e investigadora del Departamento de Ciencias Sociales, CENUR Litoral Norte, Salto.

Sebastián Castro, Licenciado en Estadística y Magíster en Ingeniería Matemática por la Universidad de la República (UDELAR), Uruguay. Docente del Departamento de Matemática y Estadística del Litoral (DMEL), Centro Universitario Regional (CENUR) Litoral Norte.

José di Laccio, Profesor de Física, docente del Departamento de Física del CENUR Litoral Norte.

Fernando López, Licenciado en Ciencias Biológicas (UDELAR), Magíster en Ciencias (Instituto Osvaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil), Doctor en Ciencias Biológicas (UDELAR). Docente e investigador del Departamento de Ciencias Biológicas, CENUR Litoral Norte, Salto.

Rosmari Negrín, Licenciada en Ciencias Sociales, estudiante de Maestría Estudios contemporáneos de América Latina. Docente e investigadora del Departamento de Ciencias Sociales, CENUR Litoral Norte, Salto.

Santiago Peraza, estudiante avanzado de la Licenciatura en Ingeniería Biológica, CENUR Litoral Norte.

Nélida Rodríguez Osorio, Médica Veterinaria (Universidad Nacional de Ciencias ambientales y de la vida, Ucrania), Magister en Biotecnología Animal (Universidad de Abertay/ Instituto Roslin, Escocia), PhD en Embriología molecular (Universidad Estatal de Mississippi, Estados Unidos). Coordinadora del PDU de Genómica y Bioinformática CENUR Litoral Norte, Salto.

Dificultades algebraicas y su influencia en el aprendizaje de función *Una mirada según las dimensiones del conocimiento*

Alvarez,

Flavia Valeria

falvarez@uade.

edu.ar

Benítez, Natalia

Soledad

nabenitez@uade.

edu.ar

Bolívar, María Julia

mjuliabolivar@gmail.

com.ar

Hollisch, Gisele

ghollisch@uade.

edu.ar

Universidad Argentina de la Empresa

C1073AAO Lima 775 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Eje temático 1: La interdisciplina en la enseñanza de las Ciencias Básicas en los diferentes niveles del sistema educativo.

Resumen

El presente artículo muestra cómo fueron analizados los errores de naturaleza algebraica cometidos por alumnos de la materia Matemática Empresarial I de la Universidad Argentina de la Empresa al intentar resolver ejercicios referidos al tema función. La investigación es una continuación del trabajo realizado en la tesis de la Mg. Natalia Benítez. Para realizar este estudio se utilizó como marco teórico el Análisis Epistemográfico desarrollado por Drouhard (2014). Los resultados descriptos forman parte de la segunda etapa del proyecto de investigación: "Análisis Epistemográfico sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en primer año de la Universidad". En esta oportunidad realizamos un análisis de los errores cometidos por cada alumno al resolver un ejercicio del primer parcial tomando en cuenta solamente los errores de naturaleza algebraica. Para ello efectuamos una descripción detallada de cada uno de estos errores atendiendo a las dimensiones del conocimiento que menciona Drouhard.

El estudio realizado nos permitió observar que las dificultades relacionadas con conocimientos instrumentales aparecen como un primer obstáculo. Parecería que una vez que se superan éstas el alumno puede evitar ciertos errores pero se enfrenta a otros relacionados con las nociones, como son las definiciones y propiedades de los objetos matemáticos y; más generalmente, a cómo los objetos matemáticos están relacionados entre sí.

Palabras clave: Análisis Epistemográfico, dificultades algebraicas, funciones.

1. Introducción

Actualmente, en las clases de primer año de la Universidad, encontramos que los alumnos tienen muchas dificultades para abordar los temas referidos a funciones. Parecería que, son las dificultades relacionadas con el trabajo algebraico las que les impiden avanzar hacia los conceptos y actividades desarrolladas en torno al tema.

Al igual que en las otras investigaciones de las cuales deriva nuestro trabajo seleccionamos el tema función para analizar dichas dificultades algebraicas debido a que se trata, por un lado, del primer tema de Análisis Matemático que deben abordar los estudiantes en Matemática de primer año. Por otro lado, pensamos que tener conocimiento acerca de la relación existente entre los errores de naturaleza algebraica de los alumnos y la comprensión de los conceptos referidos a funciones puede aportar elementos para re-organizar una enseñanza que ayude a sortear estas dificultades (Benitez et al, 2016).

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación: "Análisis Epistemográfico sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en primer año de la Universidad". Constituye una continuación del trabajo de tesis de la Mg. Natalia Benítez en el que se presentó un análisis detallado de los errores que cometieron estudiantes de primer año al intentar resolver ejercicios sobre funciones en la materia Matemática I de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE). El objetivo fue analizar si las dificultades algebraicas con que ingresaban estos alumnos a la universidad tenían influencia (y si la tenían, en qué medida) en sus desempeños. Para hacerlo se utilizó como marco teórico el Análisis Epistemográfico (Drouhard, 2014).

En el momento de realización de la tesis no formaban parte de los contenidos de la materia cuestiones relativas al trabajo algebraico, mientras que, actualmente estos contenidos constituyen la primera unidad del programa y la segunda unidad trata sobre el tema función. Con estos cambios, el desafío de la investigación es realizar un análisis similar al efectuado en dicha oportunidad considerando la organización actual de la materia.

En la primera fase del proyecto estudiamos los errores que cometieron los estudiantes de la materia Matemática Empresarial I al intentar resolver ejercicios sobre funciones, localizándolos en las distintas capas de análisis mencionadas en la Epistemografía, y distinguiendo a su vez entre errores de naturaleza algebraica y no algebraica.

Como una primera aproximación se concluyó que las dificultades algebraicas constituyen un aspecto clave a ser considerado por los docentes en el momento de pensar la enseñanza del tema función.

En esta oportunidad presentaremos los resultados obtenidos en la segunda etapa de la investigación, en la que efectuamos un análisis por alumno tomando en cuenta solamente los errores de naturaleza algebraica.

Como menciona Drouhard (2013):

En Didáctica de la Matemática es pertinente estudiar la naturaleza de los saberes debido a que conocer conceptos matemáticos, manejar los distintos sistemas de representación semiótica de los mismos, utilizar recursos tanto conceptuales como semióticos para resolver prácticamente problemas, conocer, y aceptar de seguir, las reglas que rigen la actividad matemática, se aprende – y por consecuencia, se enseña – de maneras muy diferentes.

Los docentes de matemática al dar clases podrían estar privilegiando en los alumnos el desarrollo de algunos saberes correspondientes a ciertas dimensiones de los conocimientos (tratadas en la Epistemografía) y desalentando otras. El análisis realizado en nuestro trabajo es un importante aporte para ayudar a los docentes a identificar cuáles son los puntos flojos de sus alumnos.

Ser conscientes de los conocimientos involucrados en las tareas matemáticas de los estudiantes al inicio de la universidad nos ayuda también al momento de hacer propuestas curriculares nuevas y nos permite evaluar las propuestas de cambio en la enseñanza de la matemática en este nivel educativo.

2. Marco Teórico

Nos interesa el estudio de errores porque como mencionan Abrate et al. (2006):

“El análisis de los errores sirve para ayudar al docente a organizar estrategias para un mejor aprendizaje insistiendo en aquellos aspectos que generan más dificultades y contribuye a una mejor preparación de instancias de corrección”.

Creemos que, como señalan en su trabajo Del Puerto et al. (2004), el análisis de los errores cometidos por los alumnos en su proceso de aprendizaje provee una rica información acerca de cómo se construye el conocimiento matemático y, al mismo tiempo, constituye una excelente herramienta para realimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar los resultados.

Haciendo foco en el aprendizaje y el manejo de las técnicas que menciona Sessa (2005) y en las ideas de Kieran (2004) para nuestra investigación definimos la actividad algebraica como el uso de instrumentos algebraicos para operar sobre objetos considerados desde el punto de vista algebraico o reducidos a su dimensión algebraica. La “actividad algebraica ligada al estudio de funciones” sería, en este sentido, una actividad basada en el uso de instrumentos algebraicos para operar sobre funciones. Es decir, una actividad matemática que se caracteriza por el empleo de herramientas algebraicas para la resolución de problemas analíticos. La misma incluye acciones como: saber factorizar, desarrollar, simplificar, operar y trabajar con expresiones equivalentes.

Para realizar un trabajo adecuado sobre funciones los alumnos deben dominar todas estas acciones de lo contrario podrían convertirse en un obstáculo.

Como señalamos anteriormente, para realizar este estudio elegimos analizar el trabajo de los alumnos utilizando la división en capas de análisis del trabajo matemático y la categorización utilizada en el Análisis Epistemográfico (Drouhard, 2013), la cual fue desarrollada para la organización de los conocimientos científicos. Esta elección surge a partir de la necesidad de categorías de análisis más finas que “dificultades ligadas al trabajo algebraico” o “dificultades no ligadas al trabajo algebraico”.

Según Drouhard (2014) la actividad matemática de los alumnos puede ser analizada desde cinco “capas”. Estas son: la capa del Contrato Pedagógico (capa CP), la capa del Contrato Didáctico (capa CD), la capa de Matematización y Modelización (capa MyM), la capa de los Discursos y del Razonamiento (capa DyR) y la capa de los Objetos de Saber y las Operaciones (capa OSO).

Al mismo tiempo Drouhard (2014) distingue dos tipos de saberes: los relativos a *objetos* (función lineal, gráfico de una función, ecuación, etc.), y los relativos a las “*reglas del juego matemático*” (las soluciones obtenidas por cálculo deben ser exactas, las sacadas de una resolución gráfica tienen un cierto grado de aproximación, etc.).

El Análisis Epistemográfico considera que los saberes relativos a los “objetos matemáticos” se sitúan en un espacio de tres dimensiones principales: Nocional, Semio-lingüística e Instrumental.

Conocer un objeto matemático equivale a conocerlo en cada dimensión.

En la *dimensión Nocional* de los objetos se encuentran los saberes relativos a las definiciones y propiedades de los objetos matemáticos y, más generalmente, a cómo los objetos matemáticos están relacionados entre sí.

En la *dimensión Semio-lingüística* se hallan, por un lado, los saberes relacionados con el funcionamiento de todo el sistema de representación semiótico, en particular, su semántica, es decir, la relación entre las representaciones y los objetos matemáticos. También encontramos en esta dimensión los saberes relativos a la representación de los objetos matemáticos particulares del dominio. Necesitamos aprender los saberes de esta dimensión para leer, interpretar, escribir, dibujar, entender, procesar representaciones (escrituras, esquemas, gráficos, etc.) de los objetos de saber.

La *dimensión Instrumental* incluye saberes relativos a cómo se usan los instrumentos, en qué medida vale la pena o no usarlos, o cuáles son los costos y beneficios de hacerlo. Es decir que esta dimensión trata sobre el “cómo hacer”, sobre las diferentes formas de hacer algo, las ventajas y los inconvenientes de usar tal o cual manera para hacer.

Los saberes relativos a las “Reglas del juego Matemático” tienen que ver con conocer las “reglas del juego”. Éstas son las que rigen la validez lógica de los razonamientos, la aceptabilidad de las representaciones semióticas, el uso legítimo de los instrumentos, etc. Los saberes relativos a las reglas del juego matemático tratan sobre lo permitido y lo prohibido, a diferencia de los saberes instrumentales que tratan sobre lo posible y lo imposible (o lo fácil y difícil).

Además, es preciso saber nombrar, e identificar las cosas (objetos, operaciones, reglas del juego), como por ejemplo fracción, numerador, denominador, etc.

3. Campo y Metodología

En esta etapa de la investigación realizamos un análisis por examen (es decir por alumno), tomando en cuenta únicamente aquellos errores que fueron localizados en la fase anterior de la investigación en la capa de los objetos de saber y las operaciones (OSO) y que tienen origen algebraico, representando éstos un 36% del total de las dificultades encontradas.

Consideramos una muestra integrada por 79 alumnos pertenecientes a tres cursos de la materia Matemática Empresarial I correspondientes al primer cuatrimestre del año 2016. Analizamos la resolución de un ejercicio del primer parcial referido al tema función.

Sea $f: A \subseteq \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ la función dada por:

$$f(x) = \frac{\sqrt{-\frac{2}{3}(x+1)+2}}{x+2}$$

a. Determinar el conjunto A, dominio de la función.
b. Hallar analíticamente el conjunto de ceros de la función f.
c. Hallar el conjunto solución de la ecuación $f(x) = 1$.

Fig 1. Ejercicio considerado para este trabajo

Realizamos una descripción detallada de cada uno de los errores cometidos por los estudiantes e identificamos en qué dimensión del conocimiento mencionada en la Epistemografía tuvo dificultades el alumno al cometer dicho error.

La información sobre la localización de los errores en las dimensiones del conocimiento fue expresada en nuevas tablas (una para cada alumno).

Ítem	Capa OSO (si el ítem requiere contar con conocimientos algebraicos en esta capa de análisis)			El alumno comete errores correspondientes a capas de análisis que no involucran nociones algebraicas	El alumno no comete errores
	Dimensiones de los saberes relativos a los objetos matemáticos en que el alumno presenta dificultades				
	Nocional	Semio-lingüística	Instrumental		
a			X (No invierte sentido de desigualdad)	X (DyR)	
b					X
c	X (al elevar al cuadrado ambos miembros de la desigualdad pone "+/-")	X (Pasa sumando lo que pasaría restando. Error de distracción)			X (DyR)

Fig 2. Ejemplo de análisis por alumno

Cabe aclarar que, si bien algunos errores podrían ser ubicados en más de una dimensión, para este estudio hemos decidido localizar cada error en una sola de estas considerando para ello la dimensión predominante. Esta dimensión la hemos determinado a través de discusiones entre los integrantes del equipo basándonos en el enfoque que se le dio a los temas en los cursos analizados.

Además pudimos detectar cuando un error era de distracción observando si en situaciones similares el alumno lo repetía o bien si se trataba de un hecho aislado. En este sentido, hemos decidido localizar los errores de distracción en la dimensión semio-lingüística dado que, en este tipo de errores, hay una dificultad de orden semántico.

4. Resultados

Luego de confeccionar las tablas de la Fig. 2 para cada alumno y considerando únicamente las dificultades de origen algebraico contabilizamos cuántas se localizaron en cada dimensión del conocimiento. En una primera instancia incluimos los errores de distracción en la dimensión semio-lingüística. Al encontrarnos que, de las 21 dificultades contempladas en esta categoría, 15 fueron de distracción (71% de las dificultades semio-lingüísticas) decidimos no considerarlas al momento de expresar los resultados.

El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos:



Fig 3. Distribución porcentual de las dificultades encontradas

Podemos observar que el mayor porcentaje de dificultades es de carácter instrumental, luego le siguen las dificultades nocionales y por último las semio-lingüísticas.

4.1 Distinción entre alumnos aprobados y desaprobados

De los 79 alumnos de la muestra el 42 % ha desaprobado el examen con calificación inferior a cuatro, mientras que el 58 % de los estudiantes obtuvo una calificación igual o superior a cuatro, aprobando de este modo la evaluación.

Los porcentajes de dificultades algebraicas que tuvieron los alumnos aprobados y los desaprobados resultaron similares. Del total de errores cometidos por los alumnos aprobados, un 35% son dificultades algebraicas, y considerando los desaprobados el porcentaje llega al 38%.

Sin embargo cuando estudiamos la caracterización epistemográfica de dichas dificultades observamos diferencias significativas entre las cometidas por los dos grupos.



Fig 4. Distribución porcentual de las dificultades encontradas en los alumnos aprobados



Fig 5. Distribución porcentual de las dificultades encontradas en los alumnos desaprobados

En primer lugar, notamos que tanto en alumnos aprobados como desaprobados las dificultades semio-lingüísticas son las menos frecuentes.

Sin embargo, los alumnos aprobados muestran tener la mayor cantidad de sus dificultades localizadas en la dimensión nocional mientras que los alumnos desaprobados las tienen en la dimensión instrumental.

Parecería que, en éstos últimos las dificultades de carácter instrumental no les permiten avanzar con la correcta resolución del ejercicio. En cambio los alumnos aprobados, en general, pueden superar las cuestiones más mecánicas del ejercicio mostrando errores algebraicos pero mayormente relacionados con las propiedades de los objetos matemáticos.

4.2. Comparación de los resultados de nuestro trabajo con la investigación anterior

	Total de alumnos		Alumnos Aprobados		Alumnos Desaprobados	
	1ª inv.	2ª inv.	1ª inv.	2ª inv.	1ª inv.	2ª inv.
% de dificultades algebraicas	37%	36%	41%	35%	36%	38%
% dificultades no algebraicas	63%	64%	59%	65%	64%	62%
Dimensión predominante	Semio	Instrumental	Nocional	Nocional	Semio	Instrumental

Fig 6. Comparación entre los resultados obtenidos en ambas investigaciones

Los porcentajes de errores algebraicos y no algebraicos son muy similares al considerar el total de alumnos de la muestra y los alumnos desaprobados. Varían levemente al considerar únicamente los alumnos aprobados: en la muestra anterior hubo un mayor porcentaje de dificultades algebraicas (41%) mientras que en la nueva muestra el 35% de las dificultades de los alumnos aprobados son de origen algebraico.

5. Conclusiones

Parecería que, el hecho de incluir los contenidos vinculados al trabajo algebraico en el programa de la materia no ha tenido un gran impacto en la disminución de las dificultades relacionadas con estas cuestiones.

Sin embargo, podría suceder que, al modificarse el programa de la materia, los alumnos que aprueban el examen tengan menos dificultades relacionadas con cuestiones algebraicas que los alumnos de la muestra anterior que no contaban con la instrucción previa de estos temas. Ponemos en duda si la forma en que los docentes transmiten estos conocimientos a sus alumnos al inicio de la materia es la más adecuada. Podría darse que a los alumnos aprobados les sirva el tratamiento de los temas tal como se los da actualmente y logren sortear algunas dificultades algebraicas que se veían en este grupo de alumnos en la muestra anterior. Por otra parte en los alumnos que desaprueban el examen parecería verse la persistencia de las dificultades asociadas al trabajo algebraico. En este sentido, pensamos continuar esta investigación analizando las dificultades algebraicas que cometieron los alumnos de esta muestra en la resolución de los ejercicios relacionados con funciones en el segundo parcial de la materia; creemos que este análisis nos permitirá verificar (o no) las hipótesis anteriormente planteadas.

Con respecto a las dimensiones, los resultados han variado respecto a la investigación anterior. Notamos que, en la primera investigación predominaban las dificultades ligadas a la dimensión semio-lingüística mientras que en esta oportunidad prevalecen las correspondientes a la dimensión instrumental. Pensamos que esta diferencia se debe a que en la presente investigación hemos modificado la manera de ubicar los errores según las dimensiones: anteriormente se localizaron algunos errores en más de una dimensión, con este criterio por ejemplo muchos errores se ubicaron tanto en la dimensión instrumental como en la semio-lingüística. En esta oportunidad, como ya mencionamos, hemos decidido ubicar cada error en una única dimensión: aquella que, luego de un análisis y discusión, hemos considerado la dimensión predominante para el error en cuestión.

5.1 Aportes de nuestra investigación

Nuestro estudio permitió (a través de las discusiones generadas entre las integrantes del equipo al intentar localizar las dificultades de los estudiantes en las distintas categorías) obtener definiciones más refinadas de las dimensiones mencionadas en la Epistemografía.

Pusimos a prueba el modelo de las tablas de análisis usando la Epistemografía utilizado por primera vez para analizar errores en la tesis de Benítez (2014) obteniendo resultados satisfactorios. Comprobamos que el modelo de tablas para localizar los errores en las distintas dimensiones pudo ser utilizado en una nueva experiencia para analizar errores con una nueva muestra.

Creemos que a través de este estudio hicimos una contribución interesante a la Didáctica de la Matemática y por qué no a la de otras ciencias. El modelo utilizado de las tablas de análisis usando la Epistemografía podría usarse en otros estudios sobre análisis de errores así sea en Matemática como en otras disciplinas.

Es de nuestro interés seguir trabajando con el Análisis Epistemográfico en futuras investigaciones para continuar estudiando cuáles son sus potenciales y sus limitaciones.

6. Referencias Bibliográficas

- Abrate, R., Pochulu, M., Vargas, J. (2006). *Errores y dificultades en Matemática. Análisis de causas y sugerencias de trabajos*. Universidad Nacional de Villa María. Disponible en: <http://unvm.galeon.com/Libro1.pdf>
- Alvarez, F., Benítez, N., Bolívar, M, Hollisch, G., (2016) *Análisis Epistemográfico sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en primer año de la universidad*. Disponible en http://www.edutecne.utn.edu.ar/cieciba_2016/Articulos_Eje01.pdf
- Benítez, N. (2014). *Una mirada epistemográfica sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en el ingreso a la universidad*. Tesis de maestría. Neuquén UNComa.
- Benítez, N., Drouhard, J-Ph. (2015). *Una mirada epistemográfica sobre el rol de las*

dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en el ingreso a la universidad. En: *Actas de las IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el Campo de las Ciencias Exactas y Naturales.* Universidad Nacional de la Plata. ISSN 2250-8473. Disponible en: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/convocatoria/actas-2015/trabajos-matematica/Benitez.pdf/view>

Del Puerto, S., Minnaard, C., Seminara, S. (2004). *Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las matemáticas.* *Revista Iberoamericana en Educación.* (ISSN: 1681-5653). Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1285Puerto.pdf>

Drouhard, J-Ph. (2011). *La Epistemografía: un útil al servicio de la didáctica de la matemática y de las ciencias.* Conferencia, Escuela de Invierno en Didáctica de la Matemática 2011. . DOI: 10.13140/2.1.1578.3201. El texto se encuentra en: http://www.researchgate.net/publication/235677433_La_Epistemografa_un_til_al_servicio_de_la_didctica_de_la_matemtica_y_de_las_ciencias

Drouhard, J-Ph. (2013). *El análisis epistemográfico: un análisis multidimensional de los saberes para la didáctica de la matemática.* Comunicación en las XXIV Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia, La Falda, Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba. DOI: 10.13140/2.1.4417.6645. El texto completo se encuentra en: http://www.researchgate.net/publication/266079746_El_analisis_epistemografico_un_analisis_multidimensional_de_los_saberes_para_la_didctica_de_la_matemtica

Drouhard, J-Ph. (2014). *Breve presentación de la epistemografía, versión provisoria.* Artículo no publicado. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/237020908_Breve_presentacin_de_la_Epistemografa_%28versin_provisoria%29

Kieran, C. (2004). *The Core of Algebra: Reflexions on its Main Activities.* In K. Stacey, H. Chick & M. Kendal (Eds.), *The teaching and learning of algebra; The 12th ICMI study.* (21-33). Norwood, MA: Kluwer.

Sessa, C. (2005). *Iniciación al estudio didáctico del álgebra: orígenes y perspectivas.* Buenos Aires: Libros del Zorzal.

7. Datos de los autores

Alvarez, Flavia Valeria: Es Profesora en Enseñanza Media y Superior de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (2006). Se desempeña como docente en diferentes universidades del ámbito privado y público.

Benítez, Natalia Soledad: Es Profesora en Enseñanza Media y Superior de Matemática egresada de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (2007). Es Magíster en Educación de Ciencias con mención en Matemática, egresada de la Universidad Nacional del Comahue (2014). Se desempeña como docente en la Universidad de Buenos Aires (UBA) y en la Universidad Argentina de la Empresa (UADE). Realiza actividades de investigación desde el año 2012.

Bolívar, Maria Julia: Es Profesora en Enseñanza Media y Superior de Matemática egresada de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (2006). Es Magíster en Educación en Ciencias egresada de la Universidad Nacional del Comahue (2016). Se desempeña como docente en distintas universidades tanto en el ámbito privado como público.

Hollisch, Gisele: Es Profesora en Enseñanza Media y Superior de Matemática egresada de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (2006) y Licenciada en Matemática aplicada (2010) de la misma institución. Se desempeña como docente en distintas universidades tanto en el ámbito privado como público.

El Planeta Azul desde la perspectiva uruguaya. Una estrategia pedagógica en la enseñanza interdisciplinar de la ciencia

Alejandra Gualco^{1a}, Blanca Viera^{2b}, Fiorella Silveira^{3c}, Óscar Dourron^{4d}, Virginia Samsa^{5e}

¹Liceo "José Alonso y Trelles", Escuela Técnica Tala, Tala, Canelones

²Centro Regional de Profesores del Suroeste-Consejo de Formación en Educación-Uruguay

³Liceos N° 1 y N° 34, Espacio Ciencia, Montevideo, Uruguay

⁴Liceo N° 48-Instituto de Perfeccionamiento y Estudios Superiores-ANEP, Montevideo, Uruguay

⁵Liceos N° 62, Escuela Técnica Malvín Norte y Escuela Técnica Arroyo Seco, Montevideo, Uruguay

(a) alemifa@gmail.com

(b) blancaviera65@gmail.com

(c) fiorellasil@gmail.com

(d) oscar.dourron@gmail.com

(e) vickysamsa@gmail.com

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

Esta ponencia comparte la experiencia de un proyecto educativo implementado por cinco docentes uruguayos. El proyecto consiste en la realización de una serie de talleres basados en la metodología de enseñanza al aire libre cuyo eje temático es el agua en los diferentes subsistemas terrestres. La propuesta sigue la línea de trabajo del Dr. Nir Orion (Instituto Weizmann de la Ciencia de Israel).

En Uruguay los talleres se pusieron en práctica con la financiación de los Programas de Participación de UNESCO, edición 2012-2013. En el 2014 los talleres se ejecutaron a través de un apoyo de PROCENCIA (ANEP). Se realizaron talleres con estudiantes y docentes y se elaboraron dos manuales didácticos. Las actividades desarrolladas hasta el momento han sido altamente satisfactorias a causa de las posibilidades de acción de esta metodología.

Desarrollo

El proyecto “El Planeta Azul desde la perspectiva Uruguaya” es una propuesta de trabajo práctico, que surge luego de que docentes uruguayos participarán en un taller impartido por el Dr. Orion en la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina), en noviembre de 2011. En el taller participaron docentes de varios países de la región. La delegación uruguaya estuvo integrada por 15 docentes. El trabajo del Dr. Orion fue adaptado al Uruguay y presentado en diciembre del 2011 a los Programas de Participación de UNESCO (edición 2012-2013), para su financiación. La propuesta fue aceptada y financiada por el mencionado organismo.

El proyecto consistió en la realización de talleres educativos con alumnos de educación media y talleres para docentes y estudiantes de formación docente. Las actividades realizadas incluyeron salidas de campo, en donde los participantes tomaron muestras de diferentes subsistemas terrestres: hidrosfera, geosfera y biosfera, las que fueron posteriormente analizadas.

Los recursos utilizados durante los talleres permitieron a los participantes conocer los sistemas ecológicos propios del lugar y las relaciones que mantienen con la comunidad local.

La participación activa de los asistentes promueve el trabajo colectivo, el acercamiento a los temas científicos, la interdisciplina, así como el uso la tecnología actual de avanzada, el procesamiento de datos y el reconocimiento del entorno de vida para la creación de una conciencia ambiental.

Para implementar los talleres se preparó una valija de aprendizaje al aire libre conteniendo diversos materiales. La valija tiene además un kit de sensores del Plan Ceibal. Asimismo se elaboró material didáctico para docentes y alumnos.

Se realizaron ocho talleres en diferentes localidades del país con alumnos de enseñanza media y con docentes de enseñanza primaria y secundaria. La medición del impacto de la implementación de los talleres se realizó mediante la aplicación de una encuesta con preguntas abiertas y cerradas. Los resultados muestran un alto grado de satisfacción por parte de los participantes.

Destacamos que durante la implementación del proyecto contamos con el apoyo permanente del Plan Ceibal, quienes nos han acompañado a todos los talleres y suministrado el kit de sensores.

Por último agregamos que el equipo ha realizado una investigación bibliográfica con el objetivo de conocer investigaciones que avalen la implementación de este tipo de actividades. En ese marco se han generado instancias virtuales para compartir experiencias con el grupo de docentes israelí, creadores del Programa.

En el 2014, el equipo aplicó a la iniciativa de PROCENCIA denominada “Proyectos de Introducción a la Investigación en Ciencia y Tecnología en Educación Media Básica”, el mismo fue seleccionado de entre varios proyectos y puesto en marcha durante el segundo semestre del presente año.

Fundamentalmente el trabajo consistió en el desarrollo de una investigación científica, con estudiantes de enseñanza media (Secundaria- UTU), abordando diversas problemáticas relacionadas al agua desde una perspectiva metodológica integral.

Las actividades realizadas fueron en la modalidad de talleres vivenciales, en cada uno de los cuales se trabajó los diferentes aspectos de una investigación científica.

En el 2016 el equipo participó del Foro CILAC, promovido por UNESCO y del Simposio “Agua es Vida”, organizado por la Fundación Iniciar for Global Action. En ambos eventos se realizaron talleres con docentes y diferentes actores sociales relacionados con la temática del agua.

En cuanto a los integrantes del equipo, contamos con docentes de varias disciplinas. Cada uno de los integrantes del equipo, desde su formación específica, le aporta un matiz esencial al proyecto.

Alejandra Gualco, Profesora de Química y Profesora Ayudante Preparador de Enseñanza Media, cursa la Maestría en Educación por la Facultad de Química de la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Especialista en Aprendizaje por el Instituto Universitario CEDIIAP. Entrenadora en Hidrología por el Programa GLOBE.

Blanca Viera, Profesora de Astronomía e Informática, Diploma en Educación en la ORT. Se desempeña como docente en Consejo de Formación en Educación en la especialidad Geografía e Informática.

Fiorella Silveira, Profesora de Química, Experta educadora en Museos por la Universidad a Distancia de Madrid. Candidata a Doctora en Educación por la Facultad de Química de la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Es coordinadora educativa de Espacio Ciencia - LATU.

Óscar Dourron, Profesor en Ciencias Geográficas. Docente de Astronomía en Secundaria, Educador calificado en distintas áreas como Geopolítica, Prospectiva y TIC. Entre 2015 y 2017 ha sido responsable de tres cursos de Posgrado en el IPES. Es Capitán de Navío (R), Diplomado de Estado Mayor General, Licenciado en Sistema Navales y Perito Naval.

Virginia Samsa, se desempeña como docente de Física. Actualmente se encuentra finalizando la Licenciatura en Biología en la Universidad de la República, y es estudiante de la Licenciatura en Psicopedagogía en el Instituto Universitario CEDIIAP.

También integraron el equipo: Juan Dimuro, Docente de Historia, desde 2012 a 2015 y Silvana Rodríguez, Profesora de Química, participó en el año 2014 en la propuesta avalada por PROCENCIA.

El proyecto "Planeta Azul" presenta varios componentes que hacen que la propuesta de trabajo sea innovadora, diferente y complementaria a otros formatos educativos.

Componente 1: Talleres integrales

Las actividades del Planeta Azul se basan en talleres vivenciales, lúdicos y reflexivos.

Los talleres son actividades lúdico-experimentales en donde los participantes se sienten protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El espíritu de los talleres radica en establecer conversaciones, dialogar, tomar como punto de partida los conocimientos que los participantes tienen respecto a un determinado tema o fenómeno y trabajar en base a ellos. A diferencia de otros recursos utilizados tradicionalmente para enseñar y que se han caracterizado por presentar los conocimientos de manera acabada y rígida, con escasa participación de los alumnos en la construcción de los conocimientos, en los talleres los alumnos adoptan un rol activo y participativo. Durante los mismos se conjugan aspectos experimentales, emocionales e intelectuales que potencian las habilidades de los

participantes, favoreciendo el aprendizaje por descubrimiento y la construcción.

En los talleres los diferentes fenómenos a estudiar se abordan desde lo concreto a lo abstracto. Asimismo se promueve el aprendizaje colectivo ya que las actividades propuestas implican un trabajo en equipo y la asignación de diferentes roles en función de las características de los participantes.

Las actitudes y los valores también se exponen a lo largo de los talleres ya que se toman decisiones y se reflexiona, respetando las opiniones de los participantes y adoptando una postura crítica.

Componente 2: Realización de actividades al aire libre

El taller “El Planeta Azul desde la perspectiva uruguaya” presenta una modalidad de trabajo que fomenta el aprendizaje en el contexto real. Esto implica integrar el medio ambiente al planificar las unidades didácticas y realizar actividades al aire libre con la mayor frecuencia posible.

Una de estas actividades que se realizan en los diferentes talleres son las llamadas “salidas de campo”. Donde el o los fenómenos en cuestión, son analizados directamente, “in situ”, de esta forma los estudiantes empiezan a relacionarse con el ambiente inmediato haciéndose preguntas que los ayuda a tomar conciencia del entorno y comprenderlo.

Así, se ponen en juego todas las percepciones, animando a los estudiantes a desarrollar destrezas científicas a través de sus sentidos, vivenciando experiencias y valorando los diferentes puntos de vista desde los que se puede analizar un fenómeno, facilitando un análisis holístico, un aprendizaje integral. La satisfacción que experimentan los alumnos al darse cuenta que están aprendiendo y que lo pueden hacer de manera alternativa aumenta la motivación escolar y sus habilidades para aprender.

El rol del docente es el de facilitar dicho proceso fomentando el planteo de preguntas y la búsqueda de respuestas, el docente deberá también brindar espacios para la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y los logros alcanzados.

Estas instancias permiten redireccionar el aprendizaje confinado tradicionalmente en el aula, a otros medios alternativos, donde en general las estructuras convencionales se muestran difusas. Esta inversión del medio de aprendizaje, permite poner en juego otros saberes, vinculados a las diferentes percepciones.

Componente 3: Desarrollo de materiales didácticos a medida

El equipo docente ha diseñado dos materiales didácticos específicos que apoyan la implementación de todas las actividades que se realizan en los talleres. Los materiales se basan en la publicación que el equipo israelí del Dr. Nir Orion, presentó en el taller realizado en Resistencia, y que se titula *El Planeta Azul. El ciclo del agua en los sistemas terrestres*.

Uno de los materiales fue desarrollado para los docentes y es básicamente una guía, que apunta a facilitar la labor docente a la hora de implementar las diferentes actividades de los talleres. Es una adaptación a la realidad local del material del Dr. Orion, disponible online en: <https://stwww1.weizmann.ac.il/geogroup/?p=458>

Además el material comparte aspectos relacionados con la metodología de trabajo y las premisas en las que se basa este diseño didáctico.

A través de artículos de prensa, canciones e imágenes se busca motivar a los docentes a trabajar de manera alternativa, acercándose al tema desde diferentes perspectivas y utilizando recursos didácticos variados.

Con respecto al material para los alumnos, se apunta a captar su atención brindando actividades que los motiven a reflexionar y a hacerse preguntas, con énfasis en la importancia de la participación ciudadana en temas de ciencia y tecnología. Este apartado tiene gran jerarquía dentro del material debido a su significación en la formación de estudiantes comprometidos con el medioambiente y con una sólida formación que los habilite a tomar decisiones conscientes y fundamentadas.

Asimismo se fomenta el trabajo interdisciplinar debido no solo a la versatilidad de la temática sino también a los tipos de consignas que se proponen, ideadas para que los estudiantes las puedan realizar con profesores de varias asignaturas.

Componente 4: Kit de aprendizaje al aire libre

Es un pequeño laboratorio ambulante que contiene materiales tanto para trabajar al aire libre como en la institución educativa. Muchas veces las escuelas y liceos carecen de laboratorios o los mismos no tienen el material adecuado para realizar actividades experimentales.

El kit se puede utilizar en cualquier lugar, en la medida que solo es necesario contar con una mesa. De esta manera además se descontracturan los ambientes educativos, dando paso a aprender en ambientes distendidos, con la rigurosidad académica que brinda el kit, debido a la calidad de los materiales que contiene. Además el kit de aprendizaje al aire libre pretende motivar a los docentes a animarse a desarrollar sus propios kits, preparando los mismos a la medida de sus necesidades en función de las actividades que deseen hacer. También se los alienta a realizar actividades experimentales y de investigación con más frecuencia.

Los materiales que dispone el kit son: botellas, piola, pala, bolsas muestreadoras, guantes, tijera, trincheta, marcador permanente, etiquetas, cinta adhesiva, vasos de bohemia, vidrio reloj, porta y cubre objetos, pipetas Pasteur, ácido clorhídrico diluido, agua destilada, clavo, tiras reactivas para determinar pH, tiras reactivas para determinar dureza, tiras reactivas para determinar nitratos y nitritos, tiras reactivas para determinar fosfatos, dispositivo para medir pH del suelo, embudo, papel de filtro, pinza y esmalte incoloro.

Componente 5: Uso de NTICs

El uso de las nuevas Tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) acompaña y refuerza el proceso de aprendizaje, en el caso de las herramientas web, facilita la comunicación continua y activa, permitiendo co-construir las problemáticas y las soluciones.

En otras palabras, esta propuesta está inspirada en el concepto de comunidad de aprendizaje conectada; es decir, donde los alumnos son protagonistas activos de sus propios aprendizajes, pero no de forma individual o aislada, sino dentro de un contexto social; así, funciona como potente estimulante para aprender, no solo agrupando gente sino también promoviendo una reflexión profunda y un replanteo de las propias opiniones y puntos de vista. Buscando, de esta forma, que el aprender parta de lo vivencial o experiencial, en lugar de limitarse simplemente a proporcionar información.

En este sentido, algunas de las herramientas usadas fueron:

-las redes sociales en tanto espacios de debate, planteamiento y desarrollo de reflexiones, críticas, etcétera, buscando llevar a un lugar propio y naturalizado por los alumnos, propuestas que, si bien son desarrolladas por ellos, parten de trabajos del proyecto.

-el kit de sensores del Plan Ceibal. En el marco de las propuestas del proyecto Ciencia Móvil del Plan Ceibal, se utilizaron los sensores provistos por dicha institución para poder realizar actividades de experimentación, que involucraron diferentes entornos y elementos, que permitieron medir distintos tipos de parámetros (tales como, temperatura ambiente, pH del agua, georeferenciación, etcétera). Luego de realizadas las mediciones se descargaron los datos en el software que poseen las computadoras de los estudiantes, pudiendo construir tablas y gráficas.

Por lo tanto, usando aplicaciones 2.0 (software social, Microblogging, blogs, herramientas de generación de contenidos y de recuperación de información) profundizamos en el desarrollo de competencias (como la comunicación, la colaboración, la producción y la investigación); en el desarrollo de capacidades (como el pensamiento crítico, la gestión del propio conocimiento y el pensamiento creativo); y en el desarrollo de actitudes como la colaboración y el respeto.

En definitiva, por medio de estas herramientas se contribuyó al soporte pedagógico que inspira la propuesta de lograr replicadores de la experiencia "El Planeta Azul".

Componente 6: Evaluación por rúbricas

En lo que respecta a la evaluación, se apuesta a una evaluación alternativa: evaluación por rúbrica, la cual refiere a nuevos procedimientos y técnicas que pueden ser usados dentro del contexto de la enseñanza e incorporados a las actividades diarias en el ámbito educativo.

Aunque no hay una sola definición de evaluación alternativa, lo que se pretende con dicha evaluación, principalmente, es recopilar evidencia acerca de cómo los estudiantes procesan y completan tareas reales en un tema particular.

De este modo, la rúbrica permitirá que los participantes del proyecto por igual, puedan evaluar criterios complejos y subjetivos, además de proveer un marco de autoevaluación, reflexión y revisión. Promueve así, una integración de actuación y retroalimentación, denominada evaluación en marcha. Suplementariamente, es funcional a la hora de ayudar a los participantes a reflexionar en torno a cómo las tareas se relacionan con el contenido del curso, una rúbrica compartida puede aumentar la participación y el compromiso del alumno en el trabajo.

De la misma forma, se apunta a una evaluación reflexiva, dialógica, poniendo en práctica el uso de cuadernos de campo, donde talleristas y participantes intercambien ideas. Se propicia así otra forma de evaluación como parte inherente de la enseñanza y aprendizaje.

Esto nos permite enfocar en documentar los procesos de los individuos en un período de tiempo, en lugar de comparar a los estudiantes entre sí; al tiempo que enfatizar las fortalezas de los estudiantes en lugar de las debilidades; esto, considerando los estilos de aprendizaje, los bagajes culturales y educativos y así como el compromiso con el estudio.

Impacto social de la propuesta

Los docentes estamos en una situación de privilegio en cuanto a que podemos, desde el aula, motivar a nuestros alumnos a reflexionar en torno a estos temas y trabajar en la implementación de prácticas responsables del uso del agua.

El ciclo del agua es un tema que se encuentra en los programas curriculares de educación primaria y media. En este sentido, se ha desarrollado un programa donde se propone retomar el tema, encarado desde una perspectiva reflexiva y actitudinal, jerarquizando la importancia de preservar los recursos hídricos.

Al aplicar este proyecto se pretendió contribuir a la formación de ciudadanos críticos que puedan ser agentes de cambio, tomando decisiones fundamentadas en sus propias creencias.

Por otro lado, el tema agua ofrece la posibilidad de ser tomado como eje transversal dada la interdisciplinariedad que implica su estudio. Se puede trabajar en varias asignaturas y tomarse como "Proyecto de Centro" e introducirlo en la comunidad local: familia, industria, en diferentes actividades fuera del aula.

En el mundo de hoy en día son necesarias estrategias educativas específicas, que acerquen al entendimiento de la relación dinámica entre los actores sociales y el medio. Así, los procesos educativos están basados en una integración recíproca entre aspectos culturales, tecnológicos y ambientales. De esta forma, cada taller se vió contextualizado a la realidad local, teniendo en cuenta las características socio-políticas, ambientales y culturales de los diferentes entornos. Apostamos a que los alumnos puedan construir el conocimiento en contacto e interacción con el medio. Resulta difícil valorar las consecuencias directas e indirectas de un proyecto de impacto como el aquí descrito. Es mayor aún la dificultad cuando supone una gran implicación personal por parte del colectivo que participa en él.

Para recoger los datos evaluativos se propusieron distintas técnicas de carácter cuantitativo y cualitativo. Las primeras se centran en la recolección de datos numéricos como la cantidad de docentes y estudiantes que participaron así como la realización de una encuesta anónima que busca, entre otras cosas, que los participantes valoren cuestiones del taller como el material didáctico o la "actuación" de los talleristas. Con respecto a la recolección de datos cuantitativos, se basó en la observación constante de la participación de los alumnos así como una reflexión constante entorno al compromiso y al involucramiento de ellos en las propuestas; es en este sentido, donde las unidades didácticas presentadas y, nuevamente, la encuesta, sirven como generadores de datos e información que a la hora de evaluar el proyecto nos guían en torno a la valoración de cuestiones esenciales del proyecto como su estructura, sus actividades, etcétera.

Los números generales:

13 talleres realizados, 3 de ellos de capacitación docente, 2 para estudiantes de formación docente, 6 con estudiantes de enseñanza media, 2 talleres en congresos nacionales.

Más de 200 fue el número total de participantes, 9 departamentos visitados por el proyecto, 24 recorridas por distintas instituciones, 16 conferencias realizadas.

Más de 450 materiales de consulta repartidos.

Los números de las encuestas:

En cuanto la evaluación cuantitativa de las encuestas, la agrupamos en cuatro grandes grupos: "Evaluación de estudiantes": donde los estudiantes evalúan la organización, el material utilizado en el taller y a los talleristas; el siguiente grupo son las evaluaciones del material didáctico en general por los docentes; luego, los docentes evalúan a los talleristas en cuanto organización, tiempo, coordinación y disposición; finalmente, los docentes evalúan el material generado, la salida de campo, la práctica de sensores y el trabajo de laboratorio.

A continuación se presentan estos datos de forma gráfica:



En un análisis general de las gráficas, vemos que el material producido, en un alto porcentaje fue recibido de buena forma y evaluado como correcto. Sin duda que lo que mejor fue evaluado fue la implementación de la técnica de la salida de campo, aunque lo que resulta extraño es que el trabajo en laboratorio no causó el mismo impacto, hecho que seguramente se explica por algunas dificultades en la realización de algunas experiencias en estos contextos. En este sentido, el punto "más castigado" fue el del manejo del tiempo, explicado en los problemas sucedidos en dos de las salidas cuando los transportes no cumplieron con lo pactado o los talleristas se encontraron con eventualidades que provocaron extender ciertos plazos; todo esto en un contexto de salidas que se realizaron con los "tiempos justos"; es decir, la extensión de cada una de ellas debía de no ser muy prolongada, ya que de ser así, no se hubiese podido cumplir con todas las salidas pautadas, dadas las implicancias económicas de cada una.

Finalmente

La implementación de los talleres ha mostrado que es posible diseñar y aplicar un aprendizaje basado en la experimentación al aire libre, transformando lo vivencial en el aspecto esencial del proceso. También ha mostrado que las aplicaciones generadas son funcionales a los objetivos y valiosas para producir mejoras apreciables y significativas, tanto en la docencia del profesor, como en el aprendizaje de los estudiantes, contribuyendo a la mayor satisfacción y bienestar de ambos al implicarse en las actividades de docencia y aprendizaje.

La experiencia ha mostrado también consistentemente que "la resistencia de los estudiantes" suele ser un tópico argumentado en ocasiones. Dicha resistencia es inversamente proporcional al entusiasmo del profesor. Es muy diferente notificar a los estudiantes que algo se hace porque "nos obligan", a explicarles los beneficios que van a alcanzar con el cambio.

Sin embargo, la experiencia pone también de relieve el grado de implicación, dedicación y compromiso que conlleva para el profesor avanzar y profundizar en un enfoque centrado en el aprendizaje significativo del estudiante y socialmente valioso, en términos de competencias sólidamente integradas como persona, como ser social y como ciudadano.

Las propuestas no tienen un Manual de Procedimientos. Cada institución tiene que hacer un traje a la medida y solamente las prácticas que realizan los profesores, las que realizan otros profesionales de la docencia, las acciones de investigación sobre la propia docencia, con grandes dosis de reflexión, de imaginación y de osadía proporcionarán una luz verde para seguir adelante y tener éxito.

El equipo responsable de El Planeta Azul desde la perspectiva uruguaya manifiesta su total conformidad con la implementación del proyecto, dado que el mismo excedió las expectativas que el equipo tenía.

Se augura continuar con la implementación de las actividades del Planeta Azul, sumando nuevos desafíos.

Fuentes consultadas

- ACHAKAR, M., CAYSSIALS, R., DOMÍNGUEZ y PESCE F. (2004). "Hacia un Uruguay sustentable. Gestión integrada de cuencas hidrográficas". Montevideo: Redes
- BARBERÁ, O. y Valdés, P. (1996). "El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión". Revista Enseñanza de las Ciencias, vol. 14, número 3, pp. 365-379.
- BEN-ZVI ASSARAF, O. y otros (2007). El Planeta Azul. "El Ciclo del Agua en los Sistemas Terrestres". Israel: Universidad Ben Gurión del Neguev.
- DÍAZ, Orlando. (2011), "Ecosistemas en Uruguay" [texto en línea] Disponible en: <http://www.aves-deuruguay.com/ecosistemas.htm> (fecha de última consulta: Noviembre de 2014).
- FALK, J. H. and BALLING, J.D. (1982). "The field trip milleu: Learning and behaviour as a function of contextual events". Journal of Educational Research, 76, 22-28.
- FOUREZ, G. (1992.1997). "Alfabetización científica y tecnológica". Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- HARLEM, W. (2006). "Teaching, Learning and Assesing Science 5-12", 4th Edition. London: Sage.
- ORION, N. (2005). "Development of system thinking skills on the context of earth system education". Journal of research in science teaching, vol. 42, número. 5. Israel.
- ORION, N. (2007). "A Holistic Approach for Science Education For All". Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 3 (2).

¿Puede la Física dar respuestas a la complejidad?: el enfoque de preguntas que requieren de experimentación

Andrea Torales ^(1,a) y José Di Laccio ^(1,2,b),

1. Departamento de Física, Centro Regional de Profesores del Litoral. 50000, Salto, Uruguay
2. Departamento de Física, CENUR LN. 50000, Salto, Uruguay

(a) dandretu@gmail.com (b) jdilaccio@unorte.edu.uy,

Eje Temático 1. La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

En este trabajo se presenta un relato de una propuesta de aula planteada a estudiantes de profesorado de Física del Centro Regional de Profesores del Litoral, en la asignatura Espacio Interdisciplinario. El punto de partida son preguntas guías que los estudiantes deben responder, mediante la experimentación para validar sus respuestas. Los temas que se proponen no son específicos de Física, sino más generales y complejos, necesitan de saberes de otras disciplinas como los son: química, biología, matemática entre otras, y por tanto los estudiantes abandonan zona de “confort” en la construcción de respuestas. Como aspectos positivos se aprecia que los estudiantes, reconocen la complejidad del objeto de estudio, y la apertura a los saberes de otras disciplinas, para una respuesta más completa requiere de diferentes miradas y armonización desde distintas disciplinas de las ciencias. De forma transversal esta propuesta sensibiliza a los estudiantes con parte de los sensores físico-químicos aportados por el Plan CEIBAL a los centros educativos del país, que son recomendados para que los docentes de ciencias de Educación Media.

Palabras claves: experimentación, formación docente, ciencias naturales.

Introducción

La realización de actividades experimentales es la base de las ciencias y su enseñanza para el aprendizaje, se debe generar los espacios necesarios y suficientes para que el estudiante pueda vivenciar, a través de estas, los métodos por los cuales validamos el conocimiento. La narrativa presentada en este trabajo, se construye a partir de una propuesta de aula de la asignatura Espacio Interdisciplinario, de la carrera de profesorado de Física. Dicha propuesta pone en un rol protagónico al estudiante que a partir de preguntas propuestas por el docente, debe construir respuestas mediante la experimentación. La estrategia seguida por el docente, busca sacar al estudiante de su zona de confort, incorporando situaciones que necesitan conceptos no solo desde la Física, sino que necesitan de otras disciplinas científicas para dar una respuesta ajustada. De ahí la importancia de reconocer que su disciplina es insuficiente para abordar la complejidad, y los límites entre las diferentes disciplinas se ven entrelazados, debido a la importación de nuevos conceptos nómadas (Vázquez, 2017, p.28).

Las actividades experimentales asociadas a las preguntas son reproducibles en los centros de formación docente y en muchos centros de enseñanza media con los recursos dotados por el Plan CEIBAL¹³ y otros elementos que son accesibles por su bajo costo (Gil, 2014). Partir de preguntas, aprender experimentando y encontrar justificaciones de nuestras afirmaciones, admite abandonar el rol de recetas tradicionales donde se privilegia la información por sobre su comprensión. "La capacidad formativa de las ciencias se nos pierde en un trabajo de aula preocupado porque los estudiantes incorporen de manera rápida y acrítica las informaciones que les proporcionamos pero que deja poco tiempo a la reflexión, el análisis, el debate, la indagación... y que en consecuencia apenas consigue interesarlos por la ciencia" (Pedrinaci, Caamaño, Cañal y De Pro, 2012, p.9; citado en Escudero y Dapía, 2013).

Con este tipo de trabajo se pretende que los estudiantes puedan vivenciar los procesos de validación del conocimiento, reconocer la complejidad y conocer los porqués por sobre la repetición de informaciones del tema de forma acrítica.

Metodología de trabajo en el aula

Las preguntas orientadoras propuestas a los estudiantes, se detallan a continuación:

- 1-Muchas veces escuchamos que vela se apaga cuando ya no queda nada de oxígeno presente en el aire, ¿es mito o realidad? ¿Cómo sabemos esto?
- 2- Nuestro organismo al realizar actividad física necesita mayor consumo de oxígeno, ¿cómo podemos cuantificarlo? ¿Qué tan confiable es la determinación?
- 3- Los protectores solares son extensamente utilizados, principalmente en verano: ¿Qué significa el FPS (factor de protección solar)? Cuanto mayor es el FPS del protector ¿la piel se encuentra más protegida?

La búsqueda de respuestas a las preguntas se desarrolla en doce clases de 2 h cada una. Las tres primeras clases se dedican a: presentar las situaciones, indagar referencias bibliográficas, definir un plan de trabajo, familiarizar a los estudiantes en el uso del kit de sensores físico-químicos y el software necesario (Neulog, 2011). Especialmente se discuten las potencialidades del kit aportados por el Plan CEIBAL, para utilizarlos en la búsqueda de respuestas, haciendo hincapié en los sensores de nivel de oxígeno, UVA y UVB.

Las restantes nueve clases se distribuyen de forma igualitaria para responder las preguntas mediante la realización de experimentos. Dos de las clases se definen para realizar el experimento y proponer una respuesta a la pregunta, la tercera para compartir el trabajo de forma de presentación oral. En la evaluación se realiza énfasis en el proceso, aprovechando cada una de las instancias para retroalimentar las propuestas, y discutir los resultados y potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

Si bien el estudiante no es independiente en la elección de las preguntas orientadoras, son los estudiantes quienes deciden los caminos para encontrar respuestas y el docente es quien guía a seleccionar la mejor opción.

¹³ Sigla que significa: Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea

Como complemento a la evaluación se participa en la 5ta Feria Departamental del Plan CEIBAL y los estudiantes tienen la posibilidad de preparar una presentación para una audiencia más general, comunicando sus resultados al público, potenciando aún más la capacidad de trabajo en equipo.

Desarrollo de las experiencias

Luego de las clases iniciales los estudiantes trabajan en la construcción de respuestas iniciando con los experimentos. A continuación se describen brevemente:

Pregunta 1- Muchas veces escuchamos que una vela se apaga cuando ya no queda oxígeno presente, ¿es mito o realidad? ¿Cómo sabemos esto?

En esta experiencia, se pone a prueba el mito –o no– de que una vela en un recipiente cerrado, se apaga en el momento en que ya se ha consumido todo el oxígeno presente en el aire. El objetivo es observar el comportamiento de una vela encendida, hasta que se apaga, en un recinto cerrado y medir el nivel de oxígeno presente en el mismo, ver Figura 1.



Figura 1. Montaje experimental: 1-sensor de nivel de oxígeno, 2- ordenador o PC, 3- vela, 4-recinto cerrado y 5-solución de referencia del sensor.

El procedimiento para evidenciar o no la presencia de oxígeno en aire es el siguiente:

1-Se arma el dispositivo, que consta de un recipiente cerrado con una vela y un sensor de nivel de oxígeno en aire.

2-Se calibra el sensor de oxígeno, usando una solución de referencia, y se lo conecta al ordenador a través del conector

3-Se enciende la vela, se tapa el recinto y se inicia la recolección hasta que se apaga la vela.

Respuesta de los estudiantes

Determinan que el nivel de oxígeno presente en aire cuando se apaga la vela es de aproximadamente 16%. Este resultado les permite elaborar una primera respuesta. El tema no se cierra ahí, sino que permite que los estudiantes se interesen por la combustión y busquen información con desde la asignatura Química, preguntando a compañeros de dicho profesorado y a docentes de la especialidad. Finalmente el mito deja de ser tal, y los estudiantes identifican que desde su disciplina pueden aportar al tema pero que no es suficiente ya que la complementación es crucial para ir más allá de lo evidente.

Pregunta 2—Nuestro organismo al realizar actividad física necesita mayor consumo de oxígeno, ¿cómo podemos cuantificarlo? ¿Qué tan confiable es la determinación?

La respiración es el proceso por el cual un organismo provee a sus células con oxígeno necesario para el metabolismo y remueve el dióxido de carbono producido como gas de desecho. Nuestras células morirían si la sangre no las abasteciese con oxígeno que adquiere en los pulmones. La concentración de oxígeno y dióxido de carbono en los pulmones cambia durante el proceso de respiración. El aire inhalado contiene 20.9% de O_2 y 0.04% de CO_2 . El porcentaje de CO_2 en el aire exhalado es de 4.5%.

Los estudiantes miden los cambios de nivel de oxígeno, en el proceso de exhalación, con el fin de cuantificar el “gasto” de oxígeno inhalado por la acción de subir y bajar escaleras.

Como medida de referencia se mide el nivel de oxígeno en el aire y se lo registra. Posteriormente se mide el nivel de oxígeno en la exhalación de una persona sentada y con respiración normalizada. Para ello se usa un globo como contenedor del aire exhalado y un sensor de nivel de oxígeno. Luego se pide a la persona que suba y baje escaleras durante unos minutos (3 a 5) y se recolecta su exhalación en un nuevo globo para medir el nuevo nivel de oxígeno.

Obtienen y discuten los siguientes resultados:

- Porcentaje de oxígeno en aire: 20,9 %
- Porcentaje de oxígeno en la exhalación de una persona sentada: 19,2 %.
- Porcentaje de oxígeno en la exhalación de una persona luego de realizar actividad física: 16,4 %.

Mediante los resultados construyen una explicación y la complementan usando diferentes fuentes bibliográficas de biología así como la consulta a docentes referentes. Esta actividad los acerca al tema respiración evidenciando un punto de contacto con la biología en donde la física puede colaborar con parte de la explicación.



Figura 2. Grupo de estudiantes realizando la experiencia “Respiración- exhalación”

Pregunta 3- Los protectores solares son extensamente utilizados, principalmente en verano: ¿Qué significa el FPS (factor de protección solar)? Cuanto mayor es el FPS ¿la piel se encuentra más protegida?

El Sol como fuente de radiación emite desde el infrarrojo hasta el ultravioleta, la radiación infrarroja cercana (de 700 nm a 2500 nm), la luz visible (de 400 nm a 700 nm) y la radiación ultravioleta (UV) (de 180 nm a 400 nm). Pero no toda la radiación alcanza la superficie terrestre, pues la radiación UV de longitud de onda más corta y más energética, es absorbida por los gases de la atmósfera, fundamentalmente por el ozono, que a nivel del suelo representa un 5% de toda la radiación incidente. Su incidencia varía de acuerdo al transcurso del día, de la estación, posición geográfica o de las condiciones atmosféricas (OMS, 2003). El índice UV diario se elabora respecto al máximo de esta componente de la radiación solar a lo largo del día, y tiene en cuenta la respuesta propia de la piel a este tipo de radiación. La radiación UV se clasifica en tres categorías, según su longitud de onda (OMS, 2003):

- UVA (315 nm a 400 nm)
- UVB (280 nm a 315 nm)
- UVC (100 nm a 280 nm)

Su incidencia sobre el organismo, son las responsables de dañar el ADN de las células de la piel (American Cancer Society, 2017). La radiación UVB que afecta la generación de vitaminas en el cuerpo humano, la supresión inmunológica, cáncer de piel y cataratas.

El rango UVA es el restante 98% de la radiación total de UV y es la causante del fotoenvejecimiento y fotocontaminación química.

Estas radiaciones pueden frenarse en un 96,5% las radiaciones UVB, y el 15% de las UVA, cuando pasan a través del vidrio de una ventana (Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos de España)

Los filtros solares se clasifican en diferentes factores de FPS, siendo ésta una medida directa de la protección frente a la radiación UVB, pero no de la radiación UVA porque ésta tiene efectos sobre la salud más indirectos absorbida como "calor" antes de que pueda dañar moléculas biológicas fotosensibles. Además, aportan protección extra reflejando o dispersando dicha radiación.

La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que cuantifica la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra en una superficie perpendicular, su unidad es el W/m^2

Con el fin de medir la radiación UV que llega a nivel del suelo, y compararlas con las filtraciones de diferentes protectores solares químicos, se utiliza el dispositivo mostrado en la Figura 3.

Siguiendo el procedimiento, descrito a continuación:

1. Como primera medición, se registran los valores de radiación UVA y UVB, con el sensor en condiciones de cielo despejado.
2. Luego se repite a través del cubre-objetos, esto es necesario porque los protectores solares se colocan sobre ellos.
3. Se aplica protectores solares con diferentes FPS, sobre los cubre-objetos, de protección, la dificultad presentada es el control en el espesor de la capa aplicada.



Figura 3. Montaje del dispositivo experimental al aire libre. En cada una de las pinzas se coloca un cubre-objeto con protector ubicado directamente hacia el Sol. El estudiante con los sensores de radiación UV mide la irradiancia en cada caso. Las lecturas se obtienen en el ordenador a través del programa Neulog.

Resultados obtenidos por los estudiantes.

Mediciones (mW/m ²)	En el aire	Cubre-objeto	FPS 15	FPS 30	FPS 60
UVA	24220	20487	173	260	434
UVB	249	90	0	0	0

Tabla 1- A la izquierda se indica el tipo de radiación medida. Las dos siguientes columnas muestran la radiación medida directamente por los sensores directamente y a través del cubre objeto. Las restantes tres columnas muestran las mediciones de radiación para diferentes FPS.

Acerca de los resultados, que se muestran en la Tabla 1, destacan:

- Mayor incidencia a nivel de suelo son los UVA.
- Los resultados obtenidos para los protectores solares, muestra que el nivel de filtración de un protector a otro del nivel de FPS, es independiente para los UVB.
- A mayor FPS no "significa" que absorba o refleje "más" radiación UVA.

Además se indaga acerca de cómo actúa el protector solar a nivel de la piel y las referencias para el etiquetado según su nivel de FPS, para comparar con los resultados obtenidos. Concluyendo que los factores solares son buenos para filtrar la radiación UVB, siendo ésta la más perjudicial para la salud. (Instituto de Salud Pública de Chile, 2007), (Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos).

El modelo experimental es una aproximación, ya que para la prueba real en laboratorios de protectores solares, se realiza directamente sobre la piel de los humanos. Para profundizar acerca del principio activo de los protectores consultan con los docentes del Departamento de Química, y sobre las consecuencias de la radiación UV relacionados a la salud realizan preguntas a los docentes del Departamento de Biología.

A modo de cierre

Muchas veces los estudiantes de profesorado de Física, futuros docentes de enseñanza media, asumen que con saber principalmente la disciplina están en condiciones suficientes, para afrontar tal o cual curso en enseñanza media cuyo nombre es Física. Un buen profesional de la educación en la enseñanza de la Física deberá mediar el conocimiento, de forma integral y para ello debe de desarrollar la capacidad de comunicar y dialogar sobre otras disciplinas. Un posible camino es incluir temas integradores con incorporación con sentido de las tecnologías, reconociendo una particularidad característica de su disciplina: la experimentación.

En general los planes de estudio de profesorado, y las propuestas de aulas planteadas en la formación docente, contribuyen a reafirmar una concepción "asignaturista", simplificada, con una marcada concepción tradicional de enseñanza. Un conocimiento disciplinar adecuado es parte del desarrollo de la tarea docente, pero insuficiente, porque se pierde valor del conocimiento integral y unificado, que permite al estudiante un aprendizaje con mayor sentido, más duradero, contextualizado y de mayor impacto. La propuesta de aula presentada, ilustra algunos ejemplos de la amplia gama de fenómenos que pueden ser estudiados con enfoques integrados, sin dudas con muchos aspectos a mejorar, es un aporte más para lograr romper con la inercia de la disciplina como respuesta única y centrada, mostrando que la visión de unidad es más amplia y nos evita una relativa "ceguera" del fenómeno estudiado.

Referencias

- Escudero, R; Dapía, M. (2014) Ciencia más allá del aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Universidad de Cádiz*. APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X DOI: 10498/15978 <http://hdl.handle.net/10498/15978>. <http://reuredc.uca.es>
- Vázquez-Alonso Á., Manassero-Mas M.A. (2017) Interdisciplinarietà y conceptos nómadas en didáctica de la ciencia: consecuencias para la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (1), 24-37. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18844>.
- American Cancer Society (2017). *¿Qué es la radiación ultravioleta (UV)?* Recuperado de: <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-es-la-radiacion-de-luz-ultravioleta.html>
- Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos de España. Informe técnico-Protección Solar. Recuperado de: http://www.portalfarma.com/Profesionales/campanaspf/categorias/Documents/04_informe_tecnico_proteccion_solar.pdf
- Gil, S. (2014). Experimentos de física. Usando las TIC y elementos de bajo costo. Bs. As: Alfaomega.
- OMS. (2003). *Índice UV Solar Mundial. Guía Práctica* Recuperado de: <http://www.who.int/uv/publications/en/uvispa.pdf>
- Neulog. (2011). Recuperado el 23 de junio de 2017, de <https://neulog.com/>

Datos de los autores

Andrea Torales: Profesora de Física (2010). Diplomado en Física (2016). Actualmente se desempeña como Docente de aula en el Centro Regional de Profesores del Litoral, ANEP, Docente de Física en Educación Media en el CES y en CETP

José Luis Di Laccio: Profesor de Física (1999) y ayudante preparador de laboratorio de Física (2003). Diplomado en Física (2015) y estudiante avanzado de maestría en Enseñanza de la Química (UdelaR). Actualmente se desempeña como asistente de Física G2 en el Departamento de Física del Centro Regional Universitario del Litoral Norte, UdelaR, y como Docente de Laboratorio en el Centro Regional de Profesores del Litoral, ANEP.

La transformación geométrica que movilizó al mundo. La Inversión

Autores:

Dos Santos, Wilsmar

(spikesantos@hotmail.com, IFD Paysandú)

Mello, Gabriela.

(gabrielamello17@gmail.com, UTU Paysandú)

Echeverrigaray, Mary

(mel61@hotmail.com, Liceo 2, 3 y 4 Paysandú)

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del sistema educativo.

Modalidad: Taller

Resumen

El presente trabajo surge como inquietud de un análisis cuantitativo realizado a docentes del área matemática de educación media básica, superior y nivel terciario de una muestra aleatoria entre docentes de Paysandú y Salto. La temática se centró sobre la presentación de la unidad *transformaciones geométricas en el plano*.

De los resultados se desprende que en forma reiterada y con la misma relevancia en todos los casos, los estudiantes al pasar por una educación formal se enfrentan a las mismas transformaciones geométricas así como a sus aplicaciones en distintas áreas, centrando toda la energía en las isometrías, simetría axial, central, traslación y rotación así como aquellas no isométricas tales como homotecia, roto homotecia, plasmando en el imaginario de los educandos como las únicas transformaciones conocidas.

De esta manera el trabajo pretende responder interrogantes cómo: ¿Existen otras transformaciones geométricas en el plano?, ¿Por qué no se enseñan transformaciones anamórficas?, ¿Qué posibles aplicaciones tienen?, ¿Escapan de las competencias de los estudiantes?

Estas y otras interrogantes se pretenden responder en modalidad taller con los participantes, así como reconstruir la historia de una de esas transformaciones (la Inversión) y plasmar una secuencia didáctica para aproximar a los estudiantes a conceptos geométricos que escapan de lo cotidiano.

Secuencia del taller

1. Contextualización histórica.
2. Reconocimiento y análisis del modelo dinámico con material concreto de Peaucellier.
3. Aproximación al concepto de inversión. Secuencia didáctica utilizando el modelo de Peaucellier.
4. Reproducir con instrumentos de geometría la transformación inversión en el plano.
5. Visualizar en un software de geometría dinámica (Geogebra) la transformación estudiada.

Introducción

El presente trabajo se gesta a partir de la inquietud colectiva de un pequeño grupo de docentes y estudiantes de la carrera de profesorado de la especialidad matemática del IFD de Paysandú. La misma radica sobre los diferentes niveles de importancia y de relevancia que se le da a las transformaciones geométricas del plano a nivel de enseñanza media y superior en la especialidad de matemática.

Dicha motivación despertó un interés así como un desafío en reconocer e investigar otras transformaciones en el plano que no son trabajadas con frecuencia en la enseñanza media. Con tal objetivo, se apostó a un trabajo interdisciplinario que permitiera aportes desde las asignaturas Matemática, Historia y Física pudiéndose abrir - claro está - el espectro a la participación de otras áreas del conocimiento. Este esfuerzo indagatorio y convergente entre varias disciplinas, pero que persiguen el mismo objetivo de obtener "cuotas de saber" acerca de un objeto matemático "nuevo", es para los autores Sotolongo y Delgado (2006) citado por Escobar (2010), una visión diferente que amplía los conocimientos que pudieran estar previamente delimitados por una disciplina específica.

De los resultados obtenidos, se propone un taller en el cual se elabore un modelo dinámico que ayude a la reconstrucción de la interacción de las disciplinas mencionadas anteriormente. La propuesta del Taller consiste en el análisis de una posible secuencia didáctica y en la posibilidad de generar nuevas actividades para el aula (intercambiando ideas y opiniones) partiendo de la construcción de modelos con materiales concretos.

Conceptos Previos

Las tecnologías desarrolladas por un grupo de individuos y el modo en que estas se utilizan en situaciones particulares constituyen un signo de actividad matemática. De una manera u otra las personas se las "ingenia" para elaborar la tecnología necesaria para lograr sus objetivos. Albertí, M y Gorgorío, N (2006). Son esos "ingenios" los que nos interesan transferir en este taller y reproducir, pues, (desde la perspectiva estratégica - expresan métodos y procedimientos -, como así también desde la perspectiva instrumental - herramientas y artefactos -) todos ellos buscan alcanzar un fin. En este sentido se define algunos conceptos que se manejarán en el trabajo que forman parte de la metodología que se utiliza en el taller.

Material concreto

La manipulación de materiales concretos (tangible) es una de las primeras percepciones que el niño tiene de la realidad. Del desencadenamiento de ideas que éstas permiten desarrollar, van surgiendo conceptos cada vez más generales, dando lugar a la abstracción y complejización de los aprendizajes. Según Dos Santos, W y Vedovatti, P (2011) la base del trabajo con materiales concretos es producto de la modelización de las percepciones que el alumno puede obtener del mundo físico, despertando de la observación, generalizaciones.

De los procesos de abstracción y generalización, se desprende el proceso de simbolización. Estos procesos continuos van evolucionando en el tiempo y consolidándose mediante leyes formales que los ligan y desarrollando en el educando un pensamiento matemático.

Modelos dinámicos

Según A.M. Damiani et al. (2000), "Por *modelos dinámicos* entendemos los objetos concretos, dotado de uno o más elementos móviles, que construyen los alumnos con materiales sencillos, poco costosos, fáciles de encontrar". A través de este tipo de materiales, es posible abordar contenidos matemáticos, analizando sus características y propiedades desde su comportamiento físico. Estos instrumentos desarrollados para un principio didáctico favorecen el empleo tanto de justificaciones aritméticas como geométricas y posibilitan la intervención de un estudio interdisciplinar.

Los Inicios. Una Geometría Física

Existe unanimidad al afirmar que las matemáticas se desarrollaron en Grecia a lo largo de los siglos VII y VI a.c. Sin embargo sabemos que contribuyeron con un grano más de arena al basto desierto de conocimientos que había en el momento y que forjaron un orden al progreso.

Según Martínez, A (1998), una de sus principales aportaciones de la matemática que debemos a las escuelas griegas, es el utilizar el poder de abstracción, esto es, abandonar el empirismo de babilónicos y egipcios para adoptar el deduccionismo lógico.

Por otro lado un aspecto importante es que la geometría, usada en las tareas de construcción correspondiente a la era prehelénica, estaba destinada a proveer métodos de cálculo a los constructores y agrimensores.

Según Fioriti y Gorgorió (2006), se considera que la geometría euclidiana tiene sus orígenes en la generalización y sistematización de ciertos descubrimientos empíricos hechos relacionados con la medición de áreas y volúmenes, de las prácticas de los agrimensores y el apasionado mundo de la astronomía. Por lo que puede pensarse la geometría como una ciencia de práctica o como la nombra Hempel, 1974, autor citado por los autores anteriores "geometría física".

Lo plateado anteriormente como una geometría física es interesante porque llevo un tiempo el que los griegos se despojaron de sus ideales netamente abstracto basados en regla y compas para ir a la mecánica. Las contribuciones del período clásico del mundo Griego se resumen en los Elementos de Euclides y las Secciones Cónicas de Apolonio. Estas obras tan acabadas nos dan muy poca información sobre los trescientos años de actividad creadora que las precedieron, pero resultaron fundamentales para organizar y secuenciar los conocimientos en distintas áreas.

Sin embargo se sabe que los griegos manejaron muy bien los modelo mecánicos, ¿pero cómo no hay mucho de ellos?. Se han dado diversas explicaciones acerca de la restricción a la regla y compás como instrumento para abordar el problema del trazado de polígonos. La línea recta y la circunferencia eran, a los ojos de los griegos, las figuras básicas, traducidas físicamente en la regla y el compás y por lo tanto se consideraron preferibles las construcciones con estos dos instrumentos.

También se ha esgrimido la razón de que Platón puso objeciones a otros instrumentos mecánicos porque hacían intervenir demasiado el mundo de los sentidos en lugar del mundo de las ideas, que él consideraba como primario. Es muy probable, sin embargo, que en el cierre de la cultura griega la restricción de la regla y el compás no fuera tan rígida, lo que permitió un mundo de posibilidades nuevas.

Por lo que podemos decir que es aquí donde comienza nuestra historia. Con modelos articulados que sentaron las bases de complejos sistemas de engranajes y de mágicas transformaciones en el espacio y el plano.

La propuesta

A partir de la breve reseña histórica inicial – considerada como un disparador de conjeturas - conjuntamente con los elementos teóricos básicos para manejar una misma terminología en el taller, se diagrama la siguiente secuencia:

Objetivos

Generales:

- Promover la realización de actividades interdisciplinarias para la aproximación a conceptos específicos del área.
- Promover la utilización de la geometría dinámica con materiales concretos, como herramienta en el proceso de aprendizaje de la matemática.

Específicos:

- Promover el interés por el uso de los modelos dinámicos como herramienta fortalecedora en los procesos de enseñar y de aprender.
- Sociabilizar en el colectivo docente del área de matemática la Inversión como transformación del plano.
- Estimular a los participantes a la elaboración de propuestas de aula de similares características.

Secuenciación:

Primera Etapa.

- Objetivo: Reconstruir el proceso histórico desde Grecia hasta el Siglo XIX de la Inversión.
- Título: "Una historia jamás contada, con aportes de la Física y el cálido relato de la Historia"
 - a) Herón, el "Mecánico"
 - b) La revolución. Un progreso obstruido.
 - c) La liberación. Una nueva transformación geométrica se gesta.
 - d) La transformación geométrica de movilizó al mundo.

En esta etapa se harán los fundamentos pertinentes y correspondientes a la importancia que tienen cada asignatura a la construcción del concepto.

Segunda Etapa

- Objetivo: Reconocer y analizar el modelo dinámico realizado con material concreto de Peaucellier.
- Título: "Construcción de un modelo con historia"

Constará de la construcción del modelo dinámico por parte de los participantes del taller. Para ello se retomará las diversas situaciones problemas de la primera etapa para su elaboración.

Por otro lado se buscará sensibilizar a los docentes sobre la importancia del uso de modelos dinámicos como una potente herramienta motivacional en el aula

Tercera Etapa

- Objetivo: Aproximar a los participantes al concepto de inversión mediante el uso del modelo dinámico.
- Título: "La Inversión. Propuestas concretas para una aproximación conceptual".

Constará del seguimiento de una serie de actividades didáctica utilizando el modelo de Peaucellier. Se pretende en esta etapa realizar un análisis de las competencias que se están poniendo en juego en cada instancia.

Metodología de trabajo: fichas de trabajo (por equipos).

Cuarta Etapa

- Objetivo: Reproducir con instrumentos de geometría la transformación inversión en el plano.
- Título: "Volvamos a las ideas de Platón"

Se pretenderá luego de un análisis a fondo de los principios de la transformación logrados en la secuencia anterior, poder realizar correspondencias y resolver situaciones problemas meramente con la utilización de regla y compás.

Metodología de trabajo: fichas de trabajo (por equipos).

Quinta Etapa

Objetivo: Visualizar la Inversión en un modelo dinámico digital.

Título: "Una herramienta que hace maravillas. ¿Cómo funciona?"

La diversidad de recursos digitales es tan amplia como los objetivos que se persigan con ellos, pero lo fascinante es cuando con estos somos capaces de involucrar a nuestros estudiantes de manera natural en consignas para nada simplistas.

Para esta instancia se pretenderá reflexionar con los participantes qué ventajas y desventajas pueden identificar a la luz de que ya experimentaron un proceso con material concreto el concepto buscado.

El Modelo:

Se adjunta una secuencia del comportamiento del modelo de Peaucellier, modelo prototipo para trabajar en el taller.



Fuente: Prototipo de construcción propio

Referencias

- A.M. DAMIANI** et al. (2000). "El uso de los modelos dinámicos en la didáctica de la matemática" en Revista Uno "Aprendizaje de las Matemáticas para el siglo XXI". N° 24 Barcelona. GRAO
- BELL, E. T.** (1996). Historia de las Matemáticas. FCE. México.
- BOYER, C.** (1996). Historia de la matemática. Editorial: Alianza. Madrid
- COLLETTE, J. P.** (1986). Historia de las matemáticas. Vols. I y II. Editorial: Siglo XXI México.
- DE GUZMÁN, M.** (2002). La experiencia de descubrir en geometría. Editorial Nivola. Madrid.
- DE GUZMÁN, M.** (2001). "El Rincón de la Pizarra. Ensayos de visualización en análisis matemático. Elementos básicos del análisis". Editorial: Pirámide. Madrid.
- DOS SANTOS, W. y VEDOVATTI, P.** (2011). "Modelos Dinámicos, el reencuentro con las viejas tecnologías". En: 3er Congreso Uruguayo de Educación Matemática. (pp. 207 – 211). Montevideo. Sociedad de Educación Matemática.
- ESCOBAR, Y.** (2010). "Interdisciplinariedad: Desafío para la educación superior y la investigación". En Revista: Luna Azul. N° 31. Recuperado el 15 de Agosto de 2017 de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n31/n31a11.pdf>
- GOÑI, J.M. (coord.); ALBERTÍ, M.; BURGOS, S; DÍAZ, R; DOMINGUEZ, M; FIORITI, G, (et al).** (2006). "Matemáticas e interculturalidad". Editorial Grao. Biblioteca de Uno. Barcelona.
- MARTINEZ, A.** (1998). "Sobre la historia de las matemáticas en Valencia y en los países mediterráneos". Universidad de Valencia. Recuperado de: <https://books.google.es/books?id=vnEm5haU5AC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>. 21/06/17
- PUIG ADAM, P.** (1976). "Curso de geometría métrica". Vols. I y II. Madrid: Biblioteca Matemática.
- REVENTÓS. A** (2002). "Geometría Inversiva". Presentado en la Conferencia de las "Trobades UAB - Secundaria". Barcelona. Recuperado el 22 de junio 2016 en: <http://mat.uab.es/~agusti/geoinvcas.pdf>

Autores

Wilsmar dos Santos

Profesor de Matemática egresado del Centro Regional de Profesores del Litoral . Docente de Introducción a la Didáctica de la especialidad Matemática del Instituto de Formación Docente de Paysandú y docente de Historia de la Matemática del CeRP del Litoral. Docente de Matemática en Enseñanza Media. Ha participado en numerosos encuentros nacionales e internacionales sobre Educación Matemática tanto en calidad de ponente como de asistente.

Gabriela Mello

Estudiante avanzada de la carrera de profesorado de la especialidad Matemática del Instituto de Formación Docente de Paysandú. Se desempeña como Profesora Practicante de Matemática en UTU de la ciudad de Paysandú. Ha participado en encuentros nacionales sobre Educación Matemática en calidad de asistente.

Mary Echeverrigaray

Profesora de Matemática egresada del Instituto de Formación Docente de Paysandú. Se desempeña como Profesora de Matemática en los Liceos N° 2, N°3 y N°4 de la Ciudad de Paysandú. Ha participado en numerosos encuentros nacionales e internacionales sobre Educación Matemática en calidad de asistente.

El Contexto y las Trayectorias Educativas en el CIO CT RN

Hornos, Sonia¹; Fasana, Ana Lucía¹; Di Laccio^{2,3}, José Luis; Erick Bremmerman^{1,3}

1- Ciclo Inicial Optativo CT RN, Universidad de la República, 50000, Salto, Uruguay

2-Departamento de Física del CENUR del Litoral Norte, Universidad de la República, 50000, Salto, Uruguay

3-Centro Regional de Profesores del Litoral, 5000, Salto, Uruguay

ciocct@unorte.edu.uy

Eje Temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

El Centro Universitario de la Región Litoral Norte (CENUR LN), a través del Ciclo Inicial Optativo Científico Tecnológico (CIO-CT) permite el ingreso a carreras del área científico-tecnológica de UDELAR (Fac. de Ingeniería, Fac. de Ciencias, Fac. de Química y carreras propias de la región). Los estudiantes provienen de liceos del interior del país y pueden acceder con cualquier bachillerato.

Esto plantea algunas peculiaridades en los cursos iniciales:

- a) Heterogeneidad en la formación al ingreso: A diferencia de las facultades mencionadas, al ingreso al CENUR, se los admite con cualquier bachillerato, no solo el bachillerato científico que es el recomendado para carreras científicas tecnológicas. Esto genera una heterogeneidad de base en los conocimientos previos del estudiante. Del total que ingresa, solamente un 30% ha realizado bachillerato de orientación físico-matemática. Esto se debe a que muchos de los estudiantes no tienen clara su elección de carrera al elegir la orientación. La idea es ser inclusivo y generar oportunidades a todos los estudiantes pero esto trae consigo que muchas veces no cuenten con las herramientas conceptuales y procedimentales necesarias para desempeñarse correctamente en los cursos.
- b) Contexto socio-económico desfavorable de los estudiantes: la mayoría proviene de un nivel socio económico bajo y medio-bajo y sus padres mayoritariamente tienen instrucción a nivel secundario. En muchos casos, son los primeros en su familia en realizar estudios terciarios universitarios.

- c) Masividad: la matrícula es de aproximadamente 120 estudiantes, distribuida en las dos sedes, Salto y Paysandú. En las clases masivas por lo general el estudiante tiene un rol pasivo, esto lleva a que muchos se desmotiven, abandonen el curso y en muchos casos se desvinculen. A modo de ejemplo: en el curso de Física 1 (edición 2016), el 59% de los estudiantes no aprobó el curso y el 41% ganó derecho a rendir examen. La desvinculación antes del segundo parcial fue de 38%. Esta realidad presenta un panorama que debe ser atendido con acciones concretas, que permitan reducir el abandono estudiantil manteniendo el nivel académico de los cursos.

En este trabajo presentamos:

- 1) Las características de los estudiantes de la generación 2016
- 2) La desvinculación cuando finaliza el primer semestre.
- 3) Los resultados de los parciales de los estudiantes.
- 4) Los resultados de aprobación del curso.
- 5) Una discusión de como las características de ingreso (nivel socio-económico y bachillerato de ingreso), los resultados de las pruebas parciales afectan fuertemente los resultados del primer semestre y no de la misma manera en el segundo semestre.
- 6) Propuesta de intervención para reducir la desvinculación, mediante la implementación de diversos recursos, como cursos previos al ingreso (interfase con la escuela media) y durante su trayecto en el CIO.

Palabras clave: Ciclo Inicial Optativo, Ciencias básicas, Desvinculación Estudiantil.

Introducción

El CIO CT ha comenzado a funcionar desde hace 7 años en la Regional Norte. Entre sus objetivos se destacan:

- a) Democratización del ingreso a la enseñanza terciaria en ciencia y tecnología a los estudiantes del interior del Uruguay.
- b) Flexibilización de las trayectorias curriculares y la transversalidad, a través de la navegabilidad y el ingreso a una gama de diferentes carreras opción ciencia y tecnología con un ciclo común.
- c) Disminución de la masividad de los cursos de los primeros años que solamente se ofrecían en la capital del país.
- d) Reducción del impacto del desarraigo familiar y mayores posibilidades de capacitarse a estudiantes de menores recursos económicos.

Nuestra Investigación

En este trabajo describimos:

- a) *Los contextos socio-económicos y educativos de los estudiantes que ingresan al CIO CT RN y su incidencia en la trayectoria educativa y en la desvinculación.*
- b) Las estrategias de intervención, técnicas educativas a nuestro alcance, para desincentivar la desvinculación estudiantil.

Marco Teórico

Desde el inicio en 2011, en el CIO CT, perteneciente a la Universidad de la República (UdelaR), nos propusimos indagar sobre el perfil de los estudiantes ingresantes y su incidencia en su trayectoria educativa, tomando como supuestos de referencia: nivel de instrucción y socio-económico del hogar, bachillerato de origen y situación laboral, teniendo presente que es una universidad pública y gratuita.

Una de nuestras preocupaciones ha sido en el correr de los años, la desvinculación inicial de los estudiantes y sus diferentes motivos.

La relación trabajo-desvinculación confirma que existe mayor riesgo de discontinuar si el estudiante trabaja, pero una vez que se interrumpe su vida escolar, su reinserción es posible, sin que incida el trabajo o no (Cardozo en Rodríguez, 2010).

Boado y Fernández señalan si bien no trabajar favorece el estudio, trabajar no lo impide decididamente (2010).

Hay jóvenes que se inscriben en más de una carrera porque no han tomado la decisión final. En muchos casos, dejan de concurrir a cursos, pero se mantienen estudiando en el sistema. En los diferentes artículos vinculados al tema de la educación terciaria encontramos autores que refieren a la deserción, desafiliación o desvinculación universitaria como los conceptos que dan cuenta de la problemática de estudiantes que abandonan sus estudios por motivos varios. Nuestro análisis en las investigaciones llevadas sistemáticamente, nos hace "adaptar" el concepto de desvinculación estudiantil, ya utilizado por Diconca en sus estudios en 2011. El estudiante por algún motivo o serie de motivos, elige no continuar en el programa en el que se inscribió.

Proponemos la "carrera" como el primer año de estudios, (CIO CT) y marcamos etapas vinculadas a los primeros parciales y exámenes como momentos medidores de desvinculación

Se evidencia que la desvinculación de los estudiantes ocurre principalmente durante los primeros tres meses a partir del inicio de cursos y se relaciona con aspectos institucionales y del programa, así como con motivos personales de los estudiantes (Rodríguez, P. 2014).

La desvinculación es un estado transitorio y reversible, es decir el estudiante siempre puede recomenzar a estudiar (Furtado en Fernández, 2009). Cabe destacar que todo el primer semestre es clave para evitar la desvinculación, la adaptación a la vida universitaria y para cubrir las expectativas que traen los estudiantes. Existen dos procesos de conocimiento sobre una misma problemática: la explicación de la desafiliación desde la investigación científica y la intervención sobre la misma, que orientan sobre qué aspectos priorizar para mitigarla. Un objeto de intervención, desde el punto de vista epistemológico se define tomando en cuenta qué aspectos de un problema social son susceptibles de ser modificados con una acción técnica (Pereda, C.2010).

En el CIO CT RN, implementamos las tutorías docentes y entre pares, desde 2013. Si bien no pudimos abarcar a toda la generación, obtuvimos respuestas muy satisfactorias con los grupos que hemos podido atender.

Todos los años recibimos estudiantes de generaciones anteriores, que vuelven a inscribirse a cursos. En unos casos, porque no han aprobado los cursos de Matemática, Física, Química, etc., y en otros casos porque, luego de un período sin concurrir a clases, retoman los estudios. Es así que en el grupo conviven jóvenes de la generación 2012 en adelante, con los de 2016. Se han implementado otras prácticas que luego detallaremos. *"En términos metodológicos las buenas prácticas son experiencias innovadoras por los aprendizajes generados con su implementación"* [7].

Desarrollo del trabajo

Objetivo

- a) Presentar la heterogeneidad de conocimientos de los estudiantes al ingreso.
- b) Mostrar la posible influencia del contexto socioeconómico desfavorable en los resultados de los estudiantes.
- c) Ver los problemas de masividad al inicio de cursos.
- d) Mostrar las características de los estudiantes que ingresan.

El éxito/fracaso (desvinculación) de los estudios y la continuidad o no en la Universidad podría ser determinado por un conjunto de factores, entre los que se cuentan las características socioeconómicas y educativas del hogar, el bachillerato realizado previo al ingreso y su situación laboral.

Metodología

El método de estudio ha sido el de la encuesta al inicio (Inscripción 2011) y posteriormente el censo (Inscripción 2012- actualidad), por medio de un formulario diseñado especialmente para ello por el equipo de investigación. A partir de éste se hace un seguimiento individual de los resultados que los estudiantes van obteniendo en cada asignatura a través de parciales y exámenes a la que se han inscripto y también a nivel grupal. Hemos trabajado sobre las cifras de aprobación de algunas asignaturas por parte de los estudiantes.

Implementamos algunas estrategias a los efectos de mejorar su rendimiento.

a. Características de los estudiantes que realizan el CIO CT

Solicitamos datos a los estudiantes del nivel de enseñanza que sus padres realizaron. Desde allí, tomamos el mayor grado alcanzado por alguno de ellos en cada hogar. En la tabla 1, se presentan los resultados, año a año, para los alumnos de la generación.

Instrucción por hogares	Estudios Primarios	Estudios Secundarios	Estudios Técnicos/ Terciarios	Estudios / Terciarios/ Universitarios	Ns/Nc
2011	23%	26%	14%	33%	4%
2012	24%	36%	15%	20%	5%
2013	27%	43%	11%	17%	2%
2014	19%	38%	10%	29%	4%
2015	15%	37%	21%	17%	10%
2016	19%	46%	8%	11%	4%

Tabla 1. Se presentan los resultados de los estudios realizados por los padres de los estudiantes. Se destaca en color amarillo (tercera columna de izquierda a derecha) que la mayoría de los padres tiene formación de nivel de secundaria.

Se observa una concurrencia mayor de estudiantes provenientes de hogares con estudios secundarios. Es decir, estos estudiantes, en un porcentaje cercano al 60%, son los primeros en su familia en ingresar al nivel universitario.

Posición ocupacional del entrevistado	2011	2012	2013	2014	2015	2016
No trabaja	59%	65%	72%	62%	62%	73%
Trabaja	30%	40%	28%	35%	25%	14%
Ns/Nc	11%	5%	0%	3%	13%	3%

Tabla 2. Se discrimina año a año el porcentaje de alumnos que estudian y trabajan. La tendencia en general se mantiene, y un promedio de 30% está en el mercado del trabajo mientras estudia.

El bachillerato que entendemos mejor se ajusta a las carreras de ciencias y tecnología es el físico matemático, dadas las cargas de física y matemática que tienen los cursos pero los ingresantes presentan en su mayoría bachilleratos de opción ciencias biológicas. La tabla 3 presenta los diferentes bachilleratos seguidos por los alumnos antes de ingresar a la carrera.

Origen según bachilleratos Plan 2006 Anep	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Matemática Diseño	4%	4%	2%	2%	5%	2%
Físico Matemático	12%	27%	40%	30%	32%	34%
Social Económico	10%	10%	2%	2%	2%	3%
Ciencias Biológicas	60%	40%	26%	40%	33%	37%
Social Humanística	3%	4%	4%	4%	4%	6%
Ciencias Agrarias	8%	9%	2%	2%	6%	11%
E.M.T	3%	6%	24%	19%	15%	7%

Tabla 3. El bachillerato con mayor preponderancia en los ingresantes es el de ciencias biológicas.

b. Desvinculados 2015

Continúa en el CIO	57%
Abandonó el CIO	43%
Total	100%

Tabla 4. Se observa un 43% de estudiantes que se desvinculan de los cursos en 2015.

Nivel Socio económico del hogar (desvinculados 2015)

Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	Ns/Nc	Total
10%	26%	23%	17%	10%	14%	100%

Tabla 5. La desvinculación aparece con los porcentajes más altos en el nivel Medio Bajo y en el Medio.

Nivel de Instrucción Familiar (idem)

Sin instrucción	Primaria	Secundaria	Utu Técnica	Terciaria	Universitaria	Ns/Nc	Total
1%	20%	37%	10%	14%	11%	7%	100%

Tabla 6. El abandono de los cursos aparece con mayor porcentaje entre los que provienen de nivel de instrucción familiar con Primaria y Secundaria.

Bachillerato de Origen (idem)

matemática diseño 1	2%
físico matemático	24%
social económico	3%
social humanístico	5%
ciencias biológicas	38%
ciencias agrarias	5%
EMT	19%
otros	4%
Total	100%

Tabla 7. El bachillerato de origen presenta diferencias en cuanto al porcentaje de desvinculados.

Conclusiones

Analizando la relación entre las variables Desvinculación y Nivel de instrucción del hogar, y Desvinculación y Bachillerato de origen concluimos, aplicadas las técnicas de diferencias de medias y análisis de varianza y la prueba de significación Z, la Desvinculación sí depende del nivel de instrucción del hogar y del bachillerato de origen del alumno.

En cuanto a la relación de la variable Desvinculación y Situación laboral del alumno, existe una correlación positiva, con una relación buena pero no muy fuerte.

c. Estrategias de Intervención con algunas Técnicas de Enseñanza

Un grupo proveniente de diferentes bachilleratos de ingreso necesitan de una atención especial y sostenida desde la coordinación del ciclo y desde los docentes. Se hace necesario acompañar la transición de la enseñanza media a la universitaria y su funcionamiento, atender la nivelación de los conocimientos de base.

A modo de ejemplo mostramos la aprobación del Ciclo y bachillerato:

Las cifras muestran el nivel de dificultad de aprobación de algunas asignaturas con que se encuentran nuestros estudiantes. En las tablas 8, 9 y 10; se presentan los resultados obtenidos en los últimos años.

Tabla 8. Resultados obtenidos en el año 2014.

Asignatura 1er. semestre	Inscrip.	Aprob.	No Aprob.	Asignaturas 2do. semestre	Inscrip.	Aprob.	No Aprob.
Álgebra 1	79	31	48	Álgebra 2	34	18	16
Cálculo 1	90	39	51	Cálculo 2	38	18	20
Física 1	86	36	50	Física 2	38	23	15
I. Biología 1	43	14	29	I. Biología 2	13	10	20

Tabla 9. Resultados en el año 2015.

Asignaturas 1er. semestre	Inscrip.	Aprob.	No Aprob.	Asignaturas 2do. semestre	Inscrip.	Aprob.	No Aprob.
Álgebra 1	76	36	40	Álgebra 2	40	13	27
Cálculo 1	67	31	36	Cálculo 2	40	23	17
Física 1	87	41	46	Física 2	32	12	19
I. Biología 1	38	12	26	I. Biología 2	11	10	1

Tabla 10. Resultados 2016

Asig. 1er.sem.	Ins	Aprob	No Aprob.	Asig. 2do. sem.	Inscrip.	Aprob.	No Aprob.
Álgebra 1	98	66	32	Álg. 2	---	---	---
Cálculo 1	100	39	61	Cál. 2	48	37	11
Física 1	109	56	53	Fís.2	29	6	23
int. a la B. 1	36	12	24	int. a la B. 2	----	----	---

c.1 Estrategias llevadas adelante

Grupo de pares – Estudio en equipos.

Tutores docentes y de pares – Se trata de una tutoría no académica, al inicio, para ayudar a lograr la inserción en la nueva institución.

Curso de Nivelación – Se han realizado en algunos años con éxito. En este momento es difícil hacerlo por la falta de docentes ante el aumento de la matrícula y de las asignaturas asumidas.

Clases de consulta – Continuamente se proponen estas clases y algunos estudiantes concurren.

Mini proyectos experimentales: el aprender ciencias con la metodología de clase teóricas y de resolución de problemas brinda una visión de la ciencia incompleta. Los mini proyectos experimentales permiten que el alumno aprenda haciendo, experimentando, creando y explorando. Su inclusión en los cursos es un complemento adecuado a las clases de teoría y resolución de ejercicios.

Innovación en la enseñanza: Para apuntar a mejores resultados de los aprendizajes de los alumnos incluimos clickeras (votadores) que permiten una mayor interacción en clase, retroalimentación inmediata y trabajo entre pares para aprendizajes significativos. En la figura 2 se presentan dos momentos de clase: la votación de los alumnos ante una propuesta concreta y la retroalimentación docente a las respuestas de los alumnos antes de iniciar una nueva votación.



Figura 2. A la derecha alumnos en clase con inclusión de clickeras. A la izquierda visualización de resultados de una votación.

Discusión

A partir de nuestros datos, podemos observar que hay una tendencia a que el bachillerato de origen contribuya al éxito o fracaso en el cursado de materias como las de Matemática y Física. Surge una posible vinculación entre el nivel socioeconómico y el mantenimiento del estudiante en el sistema universitario. La importancia del entorno familiar se ve reflejada, en si el estudiante cuenta con alguna persona en su hogar con estudios universitarios: éstos se desvinculan menos. Algunos estudiantes que trabajan, continúan sus estudios con mayor lentitud, pero ello no parece ser obstáculo para que sigan realizándolos.

Conclusión de cierre

Las necesidades de la población regional en relación con un primer año en Ciencia y Tecnología, a nuestro entender, son satisfechas por este Ciclo Inicial Optativo. La población regional nos ha dado su apoyo y confianza, ya que año a año nuestra matrícula crece.

Sin embargo, la heterogeneidad de formación de los estudiantes, más las características particulares de cada generación, hacen que sea necesaria una inversión de tiempo y esfuerzo mayor en la atención a los estudiantes al inicio de los cursos, para adecuarlos al nivel de comprensión que requieren las exigencias universitarias (Bremermann, E. et al, 2015).

El desencuentro entre los objetivos de la enseñanza secundaria en nuestro país, y los objetivos de la Universidad hacen que los estudiantes no tengan actualmente el conjunto de los temas necesarios para la comprensión de las asignaturas comunes al área. Los docentes universitarios se ven en la obligación de ofrecer un tiempo valioso para intentar nivelar los conocimientos

estudiantiles antes de comenzar sus programas de curso.

Continuaremos recabando datos que nos permitan mejorar nuestra investigación científica respecto a los estudiantes que se desvinculan, para intentar reducir las cifras de aquellos que abandonan los cursos. Por otro lado nuestro objetivo es mejorar los métodos y técnicas al alcance de acuerdo a los estudios previamente realizados.

Referencias

- Cardozo (2012) En: Pilar Rodríguez (s/f). La desvinculación en la primera generación de estudiantes del Ciclo Inicial Optativo del Centro Universitario de la Región Este.
- Boado, M. (2010). La deserción universitaria en la UDELAR: algunas tendencias y reflexiones. *La desafiliación en la Educación Media y Superior de Uruguay Conceptos, estudios y políticas, Colección Art.2*, 123-152.
- Diconca, B. (2011). *Desvinculación Estudiantil al Inicio de una Carrera Universitaria*. Montevideo, CSE- UDELAR.
- Rodríguez, P. (2014). Oportunidades y Riesgos en el Acceso a la Educación Superior en el Marco del Centro Universitario de la Región Este, *El tránsito entre ciclos en la Educación Media y Superior de Uruguay, Colección Art.2*, 165-182
- Furtado en Fernández (2009).
- Cecilia Pereda (2010). Art. 2.
- Bremermann, E. Fasana, A. Hornos, S. (2015, septiembre). CIO CT RN en la Realidad Socio-económica y Geográfica del CENUR Litoral Norte. Ponencia presentada en: *XIV Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales – UDELAR*, Montevideo, Uruguay.

La generación de culturas innovadoras en la formación docente en Uruguay: la docencia compartida

Autores: Banchero, Cristina, Instituto de Formación Docente de Carmelo (IFD), pierban55@gmail.com
Cabrera, Claudia, Centro >Regional de Profesores del Centro (CeRP), claudianahi@gmail.com
Imbert, Daisy, Centro Regional de Profesores del Centro (CeRP), daisyimbertromero@gmail.com
Rebollo, Cristina, Centro Regional de Profesores del Centro (CeRP), crebollo2003@gmail.com
Soubirón, Emy, Institutos de Profesores Artigas (IPA), emysou@gmail.com
Varela, Marta, Institutos de Profesores Artigas (IPA), mavarelabar@gmail.com

Eje temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

En Uruguay se está generando una auténtica cultura innovadora que aspira lograr nuevas identidades en los futuros docentes, usando las tecnologías como: medios de comunicación, generación de conocimiento colectivo, acercamiento a diferentes actores (padres, comunidad, etc.) y apertura del aula a otros escenarios potencialmente educativos. La inclusión de tecnologías como facilitadoras de experiencias de docencia compartida entre docentes de formación en educación de diferentes centros educativos, Centro Regional de Profesores (CeRP) del Centro, Instituto de Formación Docente de Carmelo, el Instituto de Profesores Artigas (IPA), se realiza en simultáneo en estas instituciones que mantienen sus perfiles y niveles educativos propios., posicionados desde un marco referencial teórico común: un modelo postconstructivista, sociocrítico, posicionado desde el paradigma de la complejidad. La práctica de docencia compartida se implementa, no sólo entre los formadores que constituyen el equipo, sino que se orienta, fundamentalmente, a los futuros educadores en esta modalidad y metodología de trabajo. En la formación inicial se estimula a los practicantes en la implementación de docencia compartida en las aulas de Educación Media y orientación de proyectos de introducción a la investigación con apoyo tecnológico.

En la formación terciaria la docencia compartida y la docencia compartida interdisciplinaria como estrategia de profesionalización docente, busca generar un fuerte impacto en la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, propiciar la inclusión ante la diversidad y fomentar el uso de variadas tecnologías que favorezcan la enseñanza por investigación. Los procesos de planificación participativa de las actividades constituyen momentos claves, y los propios estudiantes visualizan los aprendizajes que logran y realizan profundos análisis metacognitivos sobre las estrategias y recursos que utilizan.

Los equipos de docentes de los distintos centros educativos implicados se comunican y comparten inquietudes y experiencias, analizan y discuten los posibles desafíos a efectos de intervenir proactivamente transformándolos en oportunidades de aprendizaje colectivo.

Estos intercambios se facilitan utilizando diferentes herramientas tecnológicas, a la vez que se integran y se promueven entre los estudiantes de los distintos centros. El entorno digital-tecnológico actúa como facilitador de los procesos formativos y multiplica las posibilidades de desarrollo de ideas e iniciativas en diferentes ámbitos de la realidad en los que se enmarcan las actividades de docencia compartida y docencia compartida interdisciplinaria.

En relación a las líneas de trabajo, se destacan la generación de recursos educativos abiertos interdisciplinarios, el trabajo de proyectos interdisciplinarios como materialización del vínculo investigación acción, la práctica docente por parejas pedagógicas y acciones diversas en el marco de la coenseñanza complementaria y el trabajo en equipos.

A través de las actividades de docencia compartida, docencia compartida interdisciplinaria, se favorece la generación de conocimiento didáctico propiciando la participación genuina de los estudiantes. Se intenta poner el foco en el aprendizaje autónomo, co-construido en ambientes que impulsen la creatividad, el pensamiento complejo, la meta reflexión, la responsabilidad en el trabajo colaborativo con el fin de formar docentes capaces de construir conocimiento global y de enfrentar los desafíos del siglo XXI

Palabras claves: cultura innovadora, docencia compartida, interdisciplinarietàad

Introducción

La experiencia nos muestra que no existe una sola manera de cultivar la cultura de colaboración entre grupos de individuos que se unen con un propósito compartido ni que están exentas de conflicto, sin embargo sí se pueden señalar algunos aspectos que hacen a la optimización de ese proceso.

En ese sentido, Fullan y Quinn (2017) nos plantean un marco que denominan de "Coherencia" y que básicamente considera que un aprendizaje que se concrete en profundidad en los estudiantes como producto de una cultura de colaboración docente, implica el vínculo armonioso de al menos cuatro grandes "tópicos" dentro de la institución educativa.

Esos tópicos son:

- La focalización en la dirección de los líderes del centro que no necesariamente se centran en la figura del director y su equipo sino que implican otras figuras que impulsan el cambio en el accionar de aula, con claras estrategias de trabajo.
- El cultivo de las culturas de colaboración entre los diferentes actores que lleva consigo el liderazgo en el aprendizaje en el marco de una cultura de crecimiento permanente y colectiva, la capacitación y el trabajo colaborativo entre diferentes actores.
- La claridad en las metas de aprendizaje junto al cambio de prácticas permanente basadas en la capacitación continua, le dan precisión a las estrategias didácticas puestas en juego en el aula.
- La transparencia en el accionar, la horizontalidad en la toma de decisiones colectivas, contribuyen a facilitar la participación de los diferentes actores, aportando lo mejor de sí, en un clima de confianza mutua.

Un aspecto a resaltar de la postura de los autores es la importancia que otorgan a la participación activa del estudiante en la elección de sus propios contenidos de aprendizaje de modo que los mismos sean de su interés real y para ello la apertura del aula a nuevos ambientes de aprendizaje se hace vital. En ese proceso, las alianzas generadas con otros protagonistas de la vida del estudiante como lo son la familia y la propia comunidad, más allá de los docentes, son un aporte muy significativo que facilita el aprendizaje profundo. A los efectos, no se puede dejar de advertir el rol que desempeñan las tecnologías potenciando y ampliando ese vínculo, generando una comunidad extendida.

La docencia compartida involucra un trabajo conjunto de los docentes a lo largo de todo el proceso de enseñanza y de aprendizaje y los procesos de evaluación y retroalimentaciones correspondientes. Esto conlleva la planificación conjunta y el co-diseño de acciones y estrategias a implementarse en el aula, la colaboración y observación mutua en la clase, la evaluación formativa y de proceso y la reflexión conjunta sobre la labor docente. Se comparte lo expresado por Amaya Gaztelu Sánchez y Rodríguez Bentancor, (2014) quienes al referir a la docencia compartida señalan su importancia como herramienta formativa para el desarrollo profesional pues permite la convivencia de experiencias y metodologías que dinamizan y enriquecen las propuestas de trabajo.

Existen diferentes enfoques de co-enseñanza entre los que se pueden mencionar, de acuerdo a la integración de los mismos que realizan Hughes y Murawski (2001), Friend et al. (2010) y Villa et al. (2008), citados por Rodríguez,F (2014) y son: uno enseña y el otro observa, uno enseña y el otro ofrece apoyo, enseñanza paralela, enseñanza por estaciones, enseñanza alternativa, co-enseñanza de rotación por grupos, co-enseñanza complementaria y enseñanza en equipos.

Esta modalidad de trabajo según Kaplan (2012) permite que los docentes arriben a un acuerdo mutuo sobre actuar como iguales en la clase, con el cometido de que los estudiantes los perciban como valiosos miembros de la comunidad en el salón. Tanto en el proceso de preparación como de implementación de la clase los profesores deben tomar decisiones como equipo lo cual es clave para una fuerte colaboración. Tomar decisiones en conjunto no significa que acuerden en todo pero según la autora se requiere de acuerdos previos que permitan resolver los problemas que se suceden de forma conjunta, una mirada desde cada disciplina sin perder la especificidad Asimismo alude a “docentes colaboradores fuertes” categoría de experticia que será más fácil de alcanzar si los futuros educadores vivencian estas experiencias y reflexionan a partir de las mismas, durante su formación inicial. Cabe señalar que impulsar la docencia compartida no es sencillo en el sistema educativo actual, ya que tradicionalmente éste se ha basado en el trabajo individual de los docentes, son hábitos institucionalizados, pero se cuenta con docentes convencidos de la importancia de ésta modalidad de trabajo y estudiantes de formación en educación que se involucran y valoran positivamente estas acciones. El equipo docente debe de estar capacitado para implementar adaptaciones a nivel curricular, que partan de una reflexión personal de su propia actuación docente y deriven hacia la adquisición de unos contenidos sólidamente fundamentados, así como de una propuesta coherente de actuaciones didácticas que tengan en cuenta todo el proceso de enseñanza y de aprendizaje, así como el objetivo de sus propuestas, los destinatarios, los recursos adecuados para lograrlo y la graduación temporal de su implementación. Es de destacar que según Cabrera, Imbert y Rebollo (2017) la docencia compartida exige transitar en un cambio de foco de metodologías centradas en el docente, hacia otras en las que el estudiante toma protagonismo. Es así que en la implementación de la docencia compartida, se promueve el aprendizaje y enseñanza por investigación, como camino que permite el mencionado tránsito. En todas estas acciones es clave, también, el rol de las tecnologías digitales que permite la extensión del tiempo pedagógico extra-aula y brinda la posibilidad de acompañar el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de tutorías virtuales que buscan favorecer los procesos de aprendizaje. Los beneficios de la docencia compartida resaltados desde la bibliografía consultada son múltiples entre los que se destaca que la co-enseñanza da más oportunidades para el aprendizaje en pequeños grupos, facilita el trabajo cooperativo y colaborativo de docentes y de estudiantes y

la atención inclusiva de la diversidad, ya que la presencia de más de un profesor en el aula permite organizar dinámicas más flexibles e implementar actividades que posibilitan una atención más personalizada. A lo mencionado se agrega que el proceso de planificación conjunta alienta a los dos docentes a intercambiar ideas para lograr las clases más creativas, y cuando los estudiantes tienen la experiencia de ver a sus docentes trabajando juntos, comprenden el poder del respeto entre pares (Kaplan, 2012). Ambos docentes están involucrados activamente en la organización y manejo de la clase, lo cual alienta a asumir riesgos que en solitario muchos profesores no enfrentarían.

La enseñanza compartida se propicia en el camino hacia el trabajo interdisciplinario en las Instituciones. Es necesario aludir a que conlleva desafíos como la necesidad de que quienes se involucren tengan una mente abierta y asuman responsablemente el compromiso que implica la tarea, ya que esta forma de trabajo lleva un proceso de planificación que insume un tiempo considerable, además los roles de los docentes en cuanto a la responsabilidad compartida deben estar claramente definidos.

Objetivo general:

Promover la docencia compartida en el tránsito hacia la interdisciplinariedad, en el marco del aprendizaje y la enseñanza por investigación, entre docentes de formación en educación de distintos centros e impulsarla en los futuros docentes.

Objetivos específicos:

- Favorecer la implementación de docencia compartida en la formación terciaria, como estrategia de profesionalización docente de fuerte impacto en la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
- Promover la concreción de docencia compartida en las aulas de Educación Media como una alternativa de inclusión ante la diversidad.
- Consolidar la implementación de la docencia compartida como un camino hacia la interdisciplinariedad a partir de la enseñanza por investigación.
- Fomentar el uso de variadas tecnologías que faciliten la implementación de la docencia compartida y favorezcan la enseñanza por investigación.

Implementación de la experiencia: Fases

Fase 1.- Constitución del equipo docente interinstitucional y elaboración de acuerdos

Los equipos de docentes de los distintos centros educativos implicados en la experiencia se comunican y comparten inquietudes y experiencias referidas al trabajo en docencia compartida, fundamentos del trabajo en proyectos de introducción a la investigación, se posicionan desde sus ventajas, analizan y discuten los posibles desafíos a efectos de intervenir proactivamente transformándolos en oportunidades de aprendizaje colectivo. . El enfoque interdisciplinario permite visualizar las situaciones desde una mirada más amplia e integrada del problema. Estos intercambios se facilitan utilizando diferentes herramientas tecnológicas, Skype, videoconferencia, Hangouts, google drive, etc. Se elaboran marcos teórico referenciales que brindan sustento y dan coherencia a los proyectos que en cada centro se implementan según el contexto educativo.

Fase 2.- Implementación de docencia compartida en el marco del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación mediados por tecnologías digitales

2.1.- Experiencia en Didáctica III IPA y CeRP del Centro - Profesorado Especialidad Química

El abordaje de las diferentes situaciones interdisciplinariamente así como las tecnologías digitales ofician de mediadoras en diferentes etapas del trabajo cobrando especial importancia en la planificación de la clase, en la implementación de la misma así como para favorecer la extensión del tiempo pedagógico de los estudiantes.

En los cursos de Didáctica del último año de formación, se promueve y orienta en el trabajo en docencia compartida en el marco del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación en los futuros educadores. Estas acciones se implementan en los centros de Educación Media donde los practicantes (estudiantes de formación docente) tienen grupos a cargo. Ellos comparten materiales y recursos, analizan y discuten el trabajo en proyectos orientados por los docentes de Didáctica, para lo cual utilizan diversos recursos digitales. Los proceso de planificación participativa de las actividades constituyen momentos claves, y los propios estudiantes visualizan los aprendizajes que logran, pues no sólo aprenden el manejo de distintas tecnologías, sino que realizan profundos análisis metacognitivos sobre las estrategias y recursos que utilizan. Los practicantes relevaron la opinión de los estudiantes de sus grupos de práctica respecto a esta forma de trabajo, a través de algunas preguntas referidas a cómo se sintieron con esta forma de abordaje y si consideraban que les servía, en general la mayoría responde que sí, algunos hacen referencia a que al ser dos docentes pueden entender mejor el tema porque cada uno tiene su modalidad para explicar. Los practicantes involucrados que manifiestan que han sido ricas instancias de aprendizajes compartidas en distintas dimensiones, las valoran como muy positivas en su formación como educadores. En el siguiente link dos practicantes manifiestan sus opiniones al respecto <https://www.youtube.com/watch?v=5BvICiJiq5Y>

2.2.- Experiencia Didáctica I, II y III CeRP Centro y Didáctica III del IPA - Profesorado Especialidad Ciencias Biológicas

El propósito del trabajo de estos centros fue compartir las experiencias de los estudiantes, en relación a dos ejes vertebradores en la formación inicial de las especialidades señaladas: la investigación educativa en base a la práctica como fuente de información y los proyectos de introducción a la investigación como mediadores de procesos de aprendizaje acorde a la naturaleza epistemológica de las disciplinas científicas. Para ello los docentes de Didáctica de formación docente debieron aproximar a sus estudiantes a nuevos diseños curriculares más abiertos e interdisciplinarios. Asimismo, la creación de nuevos contenidos digitales / multimedia contribuyó a la integración de conocimientos, fomentando la creatividad y la expresión en diferentes lenguajes. Considerando las distancias geográficas de ambos centros, se recurrió a diversas herramientas tecnológicas para facilitar el trabajo colaborativo y el entorno digital-tecnológico actuó como un componente facilitador de los procesos formativos y multiplicó las posibilidades de desarrollo de ideas e iniciativas en diferentes ámbitos de la realidad en los que se enmarcan los proyectos de introducción a la investigación de formación docente o los que se impulsan por parte de las estudiantes en el marco de su práctica docente en educación media

2.3.- Experiencias de docencia compartida en el CeRP del centro - Profesorado Especialidad Ciencias Biológicas

Los estudiantes de Didáctica I II y III de Biología tienen experiencias de práctica en el aula de Educación Media en docencia compartida y docencia compartida interdisciplinaria. En lo que respecta a la docencia compartida desde el año 2015 se sistematiza como parte de las prácticas de enseñanza el trabajo compartido con pares de la misma disciplina en la planificación, implementación y análisis de clases. En muchos casos el intercambio se realiza entre practicantes del mismo nivel, pero también existen instancias en las que el trabajo es compartido por estudiantes de diferentes niveles de Didáctica. La docencia compartida interdisciplinaria se promueve como forma de trabajo colaborativo con practicantes de otras disciplinas. Si bien está claro que por el momento solo se trata de tímidas aproximaciones a lo que es un abordaje interdisciplinario, es posible afirmar que la planificación de clases entre practicantes y docentes de didáctica de profesorado diferentes favorece el aprendizaje de todos los involucrados. En ese sentido se ha generado un instrumento común de observación producto del análisis de videos de clase, fichas de lectura y configuración de un mapa conceptual con los principales aspectos a relevar, con Cmaptools. En este tipo de trabajo una vez más las tecnologías digitales resultan esenciales por ejemplo ofreciendo la posibilidad de planificar de forma no presencial una intervención en el aula. Otras acciones con el uso de recursos tecnológicos es la difusión de las planificaciones de docencia compartida interdisciplinaria utilizando un blog, el agregado a la planificación de un mapa conceptual usando Cmaptools para explicitar los contenidos conceptuales abordados, entre otras

2.4.- Experiencias de docencia compartida desde la Fisicoquímica, en el IFD de Carmelo - Magisterio

En esta institución, docentes de ambas asignaturas: física y química, abordan en forma colectiva los contenidos con el grupo. Se planifican y desarrollan las actividades de aula con un profundo intercambio de información y cuestionamientos. Esta metodología es un ejemplo para los estudiantes de: trabajo cooperativo, existencia de un liderazgo distribuido en el aula, visualización de diferentes posturas docentes, respeto por la opinión del otro, búsqueda permanente de implementación de diferentes forma de enseñar, entre otras. Existen además permanentes evaluaciones que se van realizando a lo largo del año para ir reorientando posturas y replanificando el trabajo. Esta labor en conjunto ha permitido instrumentar proyectos de introducción a la investigación haciendo uso de tecnologías digitales. Se promueve el lenguaje audiovisual en estudiantes y docentes desde su formación inicial para la elaboración de proyectos que apuntan a la utilización de la imagen como un recurso pedagógico. En este sentido la co-enseñanza debió apelar a una profunda planificación de las metas y apoyar formando una “sola voz” a la hora de intentar resolver los conflictos generados. Las alumnas aprendieron a manejar las experiencias negativas y salieron adelante. En este proceso se visualizó en las estudiantes una mejora en sus habilidades sociales, una actitud proactiva hacia la propuesta de un trabajo de investigación y sobre todo un cambio positivo en la percepción sobre sí mismas.

Fase 3.- Intercambios

Entre los diferentes actores involucrados se realizan intercambios presenciales, encuentros Skype, intercambios vía mail, grupo de WhatsApp, videoconferencia. Los mismos permiten una retroalimentación permanente, el análisis crítico compartido y aprender de las experiencias de los demás colegas y propias. Se planifican presentaciones de los proyectos y producciones elaboradas en distintos centros y en cursos de verano en los que los futuros educadores son los protagonistas orientados y coordinados por los formadores responsables en esta experiencia. También por este medio, se desarrollaron varias instancias de docencia compartida en Didáctica III de Química entre los centros mencionados y con docentes invitados. Puede apreciarse algunas imágenes de estos encuentros y además la participación de equipos de estudiantes compartiendo los avances de trabajo en instancia como la organizada por el Consejo de Formación en Educación llamada “CFE (se) expone” 2016 en <https://animoto.com/play/bkQ3Me7w2he8Rt7pDCZzBQ>. Algunos equipos han realizado presentaciones de los avances de los trabajos en distintas instancias, como ateneos, jornadas de intercambio docente.

Evaluación del proyecto

El trabajo en docencia compartida es valorado como muy enriquecedor tanto por parte de los formadores involucrados como por los docentes practicantes que participaron de la experiencia. La principal evaluación de lo realizado se plasma en el nivel de reflexión de los estudiantes de profesorado en espacios como por ejemplo la reflexión post clase, en las que evidenciaban las fortalezas del trabajo colaborativo y la oportunidad de crecimiento que significa este tipo de trabajo. También hay que destacar que se buscó incorporar algunas herramientas que permiten contar con evidencias que pueden ser valiosas para otros colectivos en relación a cómo las tecnologías digitales potencian esta modalidad de trabajo, tanto en lo que respecta a la planificación como a la implementación de actividades de aula y seguimiento de los estudiantes. Dentro de esas evidencias se cuenta con filmaciones de algunas de las clases llevadas a cabo en esta modalidad, así como de las instancias de reflexión post clase y testimonios en los que los docentes practicantes sintetizan sus aprendizajes y su sentir al involucrarse en estas experiencias. *(ver videos producción de las autoras)*

A través de los intercambios interinstitucionales realizados por videoconferencia, se hizo visible que a pesar de tratarse de contextos diferentes, las tecnologías permitieron la socialización de experiencias y la consolidación de una comunidad de aprendizaje cuyo principal propósito es el pensar con otros en cómo mejorar las prácticas.

Los resultados logrados, que se enmarcan dentro del modelo didáctico de aprendizaje por investigación, dan cuenta del abordaje de la realidad por parte de los futuros docentes, como fuente principal para la contextualización y problematización que deviene en “aprendizajes profundos” para los estudiantes de educación terciaria y de media, en la cual se atiende a la diversidad presente en el aula y se incluyen los recursos tecnológicos imprescindibles en el contexto actual. Esto últimos permitieron no solo producciones conjuntas sino que potenciaron la tan necesaria reflexión crítica que permite incorporar cambios en pro de mejorar las prácticas.

Conclusiones y perspectivas.

Si se consideran los objetivos planteados en los inicios del proyecto de trabajo colaborativo interinstitucional e interdisciplinario, se encuentra que fueron atendidos satisfactoriamente en tanto se generó una red cuya trama involucró no solo a docentes de formación docente entre sí sino que la experiencia trascendió a las aulas de educación media donde los estudiantes, futuros docentes, también implementaron en sus prácticas de aula, esta metodología de trabajo. Asimismo, resulta grato advertir que los estudiantes involucrados actúan como gérmenes en sus centros de trabajo, formando nuevos nodos de trabajo por pares.

El trabajo en docencia compartida y construcción de comunidades de aprendizaje que supera los límites institucionales fue ampliamente mediada por recursos tecnológicos que lograron no solo producciones conjuntas sino que potenciaron la tan necesaria reflexión crítica que permite incorporar cambios en pro de mejorar las prácticas. En ese sentido se visualizó por parte de los docentes y estudiantes de profesorado de las tres instituciones involucradas, la identificación de las ventajas que confiere la inclusión de tecnologías digitales al trabajo en proyectos o aprendizaje por investigación y en especial a la docencia compartida. El trabajo en docencia compartida y la apuesta a la interdisciplinariedad en el marco del trabajo en proyectos de introducción a la investigación intentan ser aportes a los cambios que la sociedad reclama.

Bibliografía

- Aguaded, J.I. (2012). La competencia mediática, una acción educativa inaplazable. *Comunicar*, 39, 7-8. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-01-01>
- Amaya Gaztelu Sánchez, Rodríguez Bentancor, Raquel (2014) en el Proyecto travesía: cambios metodológicos y organizativos. Disponible en: <https://sites.google.com/site/cienciayeducacion-web/home/ciencia-y-educacion/numero-3/proyecto-travesia>, consultado en junio 2017
- Cabrera, C., Imbert, D., Rebollo, C. (Compiladoras) (2017) *Acción y Reflexión: La investigación como potenciadora de aprendizajes*. CFE. PASEM. Uruguay: Grafica Natural S.A.
- Fullan M., y Quinn J.(2017). *Coherencia: los impulsores correctos en acción para escuelas, distritos y sistemas*. Montevideo: Gráfica Mosca.
- García Barrera, A. (2015) "Estrategias y recursos para trabajar las inteligencias múltiples en el aula". Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=X_dywdte0IE, consultado agosto 2017.
- Kaplan, M. (2012) Enseñanza colaborativa: desafíos y gratificaciones. Disponible en: <https://www.edutopia.org/blog/collaborative-team-teaching-challenges-rewards-marisa-kaplan>, consultado agosto de 2017.
- Mora, D. (2009). Proceso de aprendizaje y enseñanza basado en la investigación. *Integra Educativa*. Vol. II / N° 2 .Instituto Internacional de Integración. Convenio Andrés Bello.
- Moravek J. y Cobo C. (2011), Aprendizaje invisible, Andalucía: Colección trasmedia XXI. Disponible en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rieiii/v2n2/n02a02.pdf>, consultado junio de 2017.
- Pérez Rodríguez, M.A. , Delgado-Ponce, A. (2012). De la competencia digital y audiovisual a la competencia mediática: dimensiones e indicadores. *Comunicar*, 39, 25-34. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-02-02>
- Reig, Dolors (2012). Conferencia. Sociedad aumentada y aprendizaje, consultado en setiembre de 2015, Disponible en: <http://www.youtube.com/watch?v=ci3EeZRXVDM>, consultado agosto de 2016
- Rodríguez, F (2014) La Coenseñanza: una estrategia para el mejoramiento educativo y la inclusión- *Revista Latinoamericana de Educación inclusiva*. Vol 8 No. 2. Disponible en: http://www.ri-nace.net/rlei/numeros/vol8-num2/art11_hm.html, consultado agosto de 2017.
- Toffler, A. (1980), La tercera ola, Colombia: Plaza & Janes S.A.

Videos de producción de las autoras y blog de los estudiantes

- <http://vivalabiologia2016.blogspot.com.uy/>
<http://biologiakarenenrique.blogspot.com.uy/>, <http://floyfran17.blogspot.com.uy/>
<https://drive.google.com/file/d/0B995ZF4dmASdVHM3VnZRcTFmYWw/view>
<https://www.youtube.com/watch?v=hPSMhcpnIE>.
<https://www.youtube.com/watch?v=k5mMBYBbzfg>;
<https://www.youtube.com/watch?v=cyfmMi2N8Go>;
<https://www.youtube.com/watch?v=cyfmMi2N8Go>.
<https://www.youtube.com/watch?v=FoDSHd0X-V0>
<https://www.youtube.com/watch?v=Y2ufIMsgK5A>
<https://youtu.be/f56t2Zbd6Sw>, <https://www.youtube.com/watch?v=5BvICiJiq5Y>
y https://www.youtube.com/watch?v=M_Rt64Y9

Datos de los autores:

Cristina Banchemo Bisso: Prof. De Física. Diploma de Perfeccionamiento en Evaluación, UCUDAL. Diploma en Gestión de Instituciones Educativas, IPES. ANEP. Se desempeñó como Inspectora de Física, Coordinadora de Laboratorio y Profesora de Física en el CES. Profesora de Ciencias Físicas y Adscripta en Formación. Actualmente, Profesora de Física I Licenciatura en Fisioterapia. UCUDAL. Publicaciones en educación. Ganadora de concursos nacionales (Sembrando experiencias). Ponente en eventos.

Claudia Cabrera Borges: Doctora y Magister en Educación (Universidad ORT), Licenciada en Ciencias Biológicas (UDELAR), Profesora de Biología. Se desempeña como docente de Didáctica de la Biología en el CFE y como docente y Tutora de Maestría en la Universidad ORT Uruguay. Cuenta con investigaciones y publicaciones en el ámbito educativo. Ganadora de concursos nacionales (Sembrando experiencias) e internacionales (PASEM) relativas a la socialización de experiencias innovadoras.

Daisy Imbert Romero: Estudiante de Doctorado en Educación UNINI, México. Magister en Educación en Currículum y Evaluación UCUDAL. Experta Universitaria en Administración de Educación UNED Diploma en Evaluación UCUDAL. Profesora en C. Biológicas. Se desempeña como Inspectora de Biología y Docente Didáctica. Publicaciones en educación. Ganadora de concursos nacionales (Sembrando experiencias) e internacionales (PASEM) relativas a la socialización de experiencias innovadoras.

Cristina Rebollo Kellemerberger: Profesora de Química. Especialista y Magíster en Didáctica de la Ed. Básica CLAEH. Posgrado Entornos Virtuales de Aprendizaje OEI. Experta universitaria en gestión de la Educación UNED. Diploma Tutoría de Tesis de Maestría, CLAEH. Profesora de Didáctica y Coordinadora Nacional del Química CFE. Docente y Tutora de Maestría CLAEH. Publicaciones en educación. Ganadora de concursos nacionales (Sembrando experiencias) e internacionales (PASEM).

Emy Soubirón: Profesora de Didáctica de la Química en formación docente, Inspectora Química en CES, referente de CES en Plan Ceibal. Ex Profesor Adjunto de FQ, UdelAR. Prof. De Química IPA. Magíster. Ha publicado en variadas temáticas y formatos en el ámbito educativo, ha participado en tribunales, concursos y espacios de formación múltiples y colaborativas. Ganadora de concurso nacional, Sembrando experiencias.

Martha Varela: Profesora de Biología. Magíster en Educación. Inspectora de Biología. Publicaciones en el ámbito educativo. Ponente en eventos educativos. Ganadora de concursos internacionales (PASEM).

Aprendizaje Basado en Proyectos: caminos de enseñanza s y aprendizajes

Autores:

-Prof. Robert Álvez robertalvez10@gmail.com.

CES, CETP y Departamento de Cultura Científica de la Dirección de Educación del Ministerio de Cultura.

-Mag. Gustavo Riestra. - gustavo.riestra@mec.gub.uy.

Departamento de Cultura Científica de la Dirección de Educación del Ministerio de Cultura.

Eje Temático: La interdisciplina en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo.

Resumen

El objetivo del presente trabajo es sistematizar y compartir las acciones realizadas por el Departamento de Cultura Científica -el cual depende de la Dirección de Educación del Ministerio de Educación y Cultura- y cuya meta es fortalecer y desarrollar las redes que potencien y fortalezcan la educación en ciencia en niños, niñas, adolescentes y jóvenes.

Primeramente, se presenta su marco conceptual, articulado en torno al "Aprendizaje Basado en Proyectos" (ABP), metodología que promueve la identificación de situaciones problemáticas de interés para los estudiantes y su correspondiente tratamiento epistemológico mediante una investigación de corte interdisciplinaria y la proposición de alternativas creativas para su resolución.

Para la comprensión y promoción efectiva del ABP, el Departamento realiza un trabajo sinérgico con las organizaciones del medio y coordina talleres de formación en esta metodología acompañando periódicamente a los profesores y estudiantes de Formación Docente. Estos serán los orientadores de los estudiantes en los núcleos de investigación conocidos como "Clubes de Ciencia" (espacios en los que se concreta el ABP) los que vienen implementándose en todos los niveles educativos y en tres grandes áreas del conocimiento (i.e. científica, tecnológicas y ciencias sociales).

Se profundiza y acentúa la experiencia en el Departamento de Salto, en el que puede apreciarse un gran número de docentes y estudiantes que trabajan en proyectos de investigación. Prueba de ello es la comprometida y creciente participación de organizaciones educativas formales y no formales, tanto del interior del departamento como de la capital departamental, en la Feria Departamental de Clubes de Ciencia.

Para evidenciar esto se recorren los antecedentes en Congresos y Ferias Científicas, instancias en las cuales muchos niños y jóvenes despiertan, descubren y confirman sus vocaciones por la investigación y la producción crítica de conocimiento.

A su vez, se integran opiniones de docentes orientadores y estudiantes que participan en Clubes de Ciencia y de otras actividades promovidas por Cultura Científica, como lo son, por ejemplo, la Semana de la Ciencia y la Tecnología y los ya tradicionales Campamentos Científicos. Dichas percepciones son de relevancia para el perfeccionamiento de la gestión, ya que en base a la información obtenida se realiza la correspondiente revisión y replanificación de acciones.

Finalmente, se exponen algunos resultados sobre el trabajo de Cultura Científica extraída de las encuestas realizadas anualmente. Estos esclarecen en qué medida la metodología del trabajo en proyectos favorece el desarrollo de las competencias vitales como la comunicación, la

colaboración, la criticidad, la creatividad y la ciudadanía, y de qué modos permite una verdadera apropiación del conocimiento, lo que garantiza aprendizajes en profundidad.

Palabras claves

Aprendizaje Basado en proyectos, motivación, clubes de ciencia.

Desarrollo

Definiendo Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Realizando una investigación bibliográfica se puede apreciar que la metodología de ABP tiene sus orígenes ya en la Antigüedad y ha ido tomando forma con aportes procedentes de la Grecia Clásica como también de Oriente (de cuyas ideas aquella primera supo beber).

El puntapié inicial de la metodología socrática no consistía en otra cosa que dejar a su interlocutor formular y proponer una pregunta problemática sobre la que estaba discerniéndose ansiosamente porque remitía a la vida misma, al descubrimiento de la verdad. De este modo, de una pregunta-problema quedaba habilitada la investigación dialógica posterior.

A su vez, tanto Aristóteles como Confucio fueron exponentes de la filosofía de aprender haciendo. No basta con que se diga o con que se observe. Sócrates, Confucio, dan el espacio para que el discípulo experimente con sus ideas y con el mundo. Será el diálogo socrático en Grecia, o el kohan en el mundo del zen oriental, pero siempre es el discípulo el que tiene que vérselas con la novedad de lo desconocido que quiere develar.

El aprender, entonces, pasa por el experimentar y no se experimenta si no se hace, si no se entra en el ring de la experimentación que se va constituyendo en el diálogo entre lo que se sabe y lo que aún no se sabe, entre las certezas previas que se tienen y las incertidumbres en las que se quiere buscar y que, de última, son las que transforman el experimentar en una aventura completamente humana e in-olvidable.

Siglos después este enfoque del aprendizaje fue tomado por el filósofo John Dewey, quien propuso una educación de carácter experiencial, la que se expandió con fuerza en Estados Unidos en la segunda mitad del siglo XX, y que más tarde recibió el nombre de Project Based Learning (Boss, 2011).

Desde estas vertientes, puede caracterizarse al Aprendizaje Basado en Proyectos como un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Blank, 1997; Dickinson, et al, 1998; Harwell, 1997).

En este sentido, Lourdes Galeana de la O (2009), señala:

El Aprendizaje Basado en Proyectos se orienta hacia la realización de un proyecto o plan siguiendo el enfoque de diseño de proyectos. Las actividades se orientan a la planeación de la solución de un problema complejo; el trabajo se lleva a cabo en grupos; los estudiantes tienen mayor autonomía que en una clase tradicional y hacen uso de diversos recursos. (2009, 5).

En el ABP se desarrollan actividades de aprendizaje interdisciplinarias en las que los saberes de las diversas disciplinas dejan de ocupar compartimentos estancos para pasar a coadyuvarse unos a otros en vistas a la producción de nuevos conocimientos. Este proceso implica actividades de largo plazo y centradas en el estudiante, quien pasa a integrar las diversas áreas del conocimiento con una conciencia investigativa. (cf. Challenge 2000 Multimedia Project, 1999).

Como se puede apreciar el ABP es una metodología que permite involucrar al educando, tomando como eje transversal el estudio de una problemática, estudio que es motivado enteramente por sus intereses y es guiado por el docente quien propicia el desarrollo libre de las ideas de aquel.

Conceptualmente, puede concluirse que esta metodología fomenta el aprendizaje interdisciplinario en los educandos. Los mismos despliegan una mirada integral del conocimiento acompañada por una toma de decisiones en coherencia con ésta, superando de este modo la fragmentación de este último y por tanto alcanzando una perspectiva holística ante la realidad.

Implementación del ABP: Clubes y Ferias.

El Departamento de Cultura Científica de la Dirección de Educación del Ministerio de Cultura, entre otras instancias, promueve concretamente el ABP mediante los espacios conocidos como *Clubes de Ciencia*.

Los Clubes de Ciencia son un escenario de educación no formal, en el que niños, jóvenes y adultos se proponen resolver un problema a través de una investigación o la elaboración de un objeto tecnológico. Las actividades que desarrollen tenderán a un acercamiento del Club a su contexto y a su comunidad, a través de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Para gestar la conformación de Clubes de Ciencia mediante la puesta en práctica del ABP, en el departamento de Salto se realizan diversos talleres y charlas dirigidos a docentes (orientadores de clubes), educandos, y evaluadores (docentes y técnicos)

El objetivo principal de dichas instancias es comunicar, fomentar y emocionar en la participación de los clubes de ciencia, espacio para compartir proyectos de investigación en alguna de las siguientes áreas: científico, social y/o tecnológica.

Cuando de emocionar se habla, se hace referencia a despertar y reavivar en cada individuo el deseo de aprender y experimentar, el deseo humano por el conocimiento, por superar lo dado y recrearlo, deseo que nace del asombro ante lo aún no sabido y busca respuestas racionales pero siempre acompañadas y conducidas por ese afecto intrínseco a aprender y comprender mejor el mundo en que se vive.

Ya Deleuze (2002) indicaba que la única vía del pensamiento (del “*cogitandum*”) venía dada por la afectividad (el “*sentiendum*”) sin la cual aquel primero nunca llega a darse auténticamente porque “*su primera característica bajo cualquier tonalidad, consiste en que sólo puede ser sentido*” (2002, 215).

De aquí la necesidad de emocionar el proceso de aprendizaje y de hacerlo, aún mejor, en un equipo de investigación colaborativa como intentan serlo los clubes de ciencia.

En la realización de talleres de ABP dirigidos a docentes, uno de sus objetivos es brindarles herramientas y acompañarlos en este proceso de aplicación de la presente metodología.

También al visitar las diferentes organizaciones educativas del departamento, se comparte información de otras actividades llevadas a cabo por el departamento de Cultura Científica, a modo de ejemplo: Semana de la Ciencia y la Tecnología, Campamentos Científicos, Ferias de Clubes de Ciencias.



Figura 1. Talleres ABP dirigido para docentes orientadores.



Figura 2. Talleres ABP en verano dirigido para docentes y estudiantes de formación docente.



Figura 3. Talleres ABP dirigido para educandos.

En la Feria Departamental, los diferentes Clubes comparten su trabajo con la comunidad educativa y con la sociedad (Figura 4). Este hecho significa que el alcance de la investigación dentro de un club de ciencia no se detiene en esto sino que pasa al plano de la extensión. En la Feria Departamental los conocimientos producidos son colectivizados, los clubes interrelacionan sus experiencias, los nuevos saberes y las investigaciones abiertas arriban al ámbito de la sociedad.

En dicha instancia, también el equipo evaluador selecciona aquellos proyectos destacados a la luz de criterios explícitos. Estos proyectos representarán al departamento en una feria de carácter nacional.

Posteriormente, en esta última, el equipo evaluador selecciona clubes que representarán al país en Ferias Internacionales.

En las siguientes imágenes se puede apreciar Clubes de Ciencia que participaron en Feria Departamental año 2016 y los proyectos seleccionados para la Feria Nacional.



Figura 4. Feria Departamental Clubes de Ciencia. 2016.



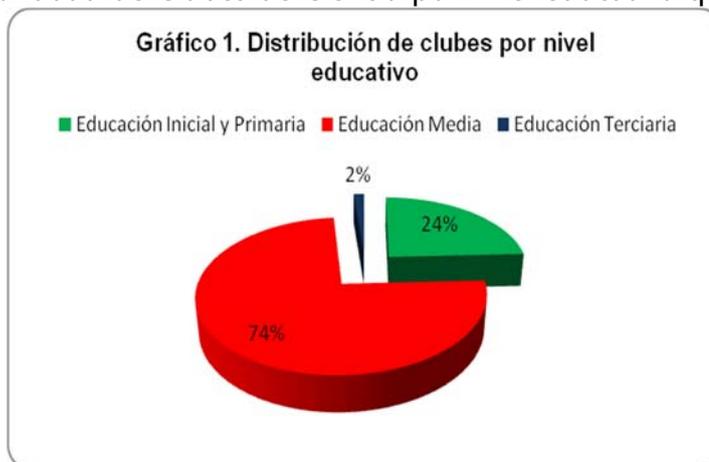
Figura 5. Menciones Especiales representantes de Salto en Feria Nacional-Piriápolis 2016.

La valoración que de la experiencia 2016 se transcribe a continuación da cuenta de las posibilidades que pueden abrirse en el espacio de una feria departamental:

“De la feria departamental, la primera en la que participé, remarco mi asombro ante los trabajos de investigación y creación técnica de los Clubes. Fue todo un paseo por la originalidad, la creatividad y compromiso académico con el conocimiento y la sociedad. La feria me ha implicado un desafío más como docente en el aula, a nivel del alcance académico y práctico que quiero darles a mis cursos y a nivel del trabajo interdisciplinar con otras asignaturas. Creo que el trabajo tanto interdisciplinar como metódico es uno de los aspectos que más se pudieron apreciar en la feria” (Prado, 2016).

Coincidió con lo planteado anteriormente por el profesor. La Feria Departamental es un festival del conocimiento, del pensamiento creativo y crítico, de la interdisciplinariedad, donde queda demostrado que el trabajo en equipo y el enfrentar desafíos tiene sus frutos muy valiosos.

En el gráfico 1 se puede apreciar la cantidad de Clubes de Ciencia por nivel educativo que participaron en la Feria Departamental en el año 2016 en Salto. Se evidencia una mayor participación de Educación Media y Educación Inicial y Primaria, existiendo una débil participación de Educación Terciaria de nuestro departamento.



En la Educación Media puede observarse una buena participación tanto de Educación Secundaria como de Educación Técnico Profesional.

En dicho evento participaron clubes tanto de la ciudad, como así también de las siguientes zonas del interior del departamento: Villa Constitución, Belén, Colonia Lavalleja y San Antonio.

A su vez, en general se constata una mayor participación de clubes de Ciencia pertenecientes a organizaciones educativas públicas.

En el caso del departamento de Salto, se sumó al plan de acción del presente año la realización de un *Congreso de Clubes de Ciencia*. El objetivo del mismo es compartir, con otros clubes y el equipo evaluador, el proyecto que se encuentra gestando. Mediante esta retroalimentación entre educandos, docentes y técnicos los trabajos son fortalecidos en tanto se aclaran dudas, se ejercita la metodología, se comparten experiencias en marcha.

Por otra parte, la instancia de congreso permite a los clubes conocer y entrar en contacto con el equipo evaluador, pudiendo estos últimos realizar un acompañamiento presencial y más cercano a los proyectos. El hecho que los estudiantes conozcan al equipo evaluador antes de la feria les brinda más seguridad, confianza y apertura al momento de compartir sus trabajos en la Feria Departamental.



Figura 6. I Congreso Departamental Clubes de Ciencia. 2017.



Figura 7. Clubes del interior participando del Congreso mediante videoconferencia. 2017.

Algunas percepciones originadas en la experiencia 2016

A continuación se comparten las percepciones de algunos docentes orientadores de Clubes de Ciencia del departamento:

“Uno de los aportes que más quiero destacar es el modo en que el trabajo en proyecto favorece que los estudiantes comiencen a percibir y valorar los saberes disciplinarios bajo una mirada holística que, integrándolos, logra superar la fragmentación de las disciplinas a la hora de abordar de modo investigativo un aspecto problemático de la realidad. Esto permite para la labor docente un puntapié de avance a nivel de contenidos y habilidades ya que los estudiantes van transfiriendo al espacio de la asignatura las habilidades que vienen aprehendiendo en el desarrollo del proyecto. Relacionar, conectar aquello que en un momento veíamos como desentendido entre sí, es una de las habilidades más críticas y uno de los efectos que más percibo que el trabajo en Clubes de Ciencias ha logrado en el aula”. (Prado ,2016).

“El trabajo en proyectos en mi labor docente produce un acercamiento tanto a los alumnos participantes como también a los colegas involucrados en otros proyectos que pertenecen a la institución o no. Lo positivo es que los alumnos que nunca han trabajado en proyectos, pero saben del trabajo de uno, te ven y ya te preguntan si este año van a trabajar en proyectos de clubes de ciencia” (Kucharski, 2016).

“Trabajar en investigación y participar en clubes de ciencias es muy enriquecedor, tanto para los docentes como estudiantes. A nivel de conocimientos como de relaciones interpersonales. Es una experiencia que se debe transcurrir, es muy bueno notar la motivación de los estudiantes cuando se involucran en los proyectos” (Sánchez, 2016).

“El trabajo en proyectos ayuda a proponer un trabajo secuenciado, donde el protagonista es el propio alumno. Ellos son los que guían la investigación hacia sus intereses. Esto permite mantener la motivación y participación de los mismos. Las investigaciones, permiten la puesta en práctica de procedimientos que captan la atención de los niños: observación, formulación de hipótesis, búsqueda de información, otros” (Morales, 2016).

Como se puede apreciar en las dos últimas percepciones, ambos docentes hacen referencia a la motivación de los educandos durante la implementación de la metodología ABP. El hecho que los estudiantes se sientan y se sepan protagonistas en la búsqueda y producción del conocimiento marca una diferencia y decanta en jóvenes entusiasmados por proyectar en su vida y en futuros ambientes de aprendizaje esta metodología.

A lo antes mencionado lo podemos confirmar en la siguiente percepción del educando Álvarez (2016): “Me gusta mucho participar en las Feria de Clubes de Ciencia, charlas y congreso, en estas instancias veo muchas cosas lindas que me motivan a investigar e inventar cosas nuevas”

Paralelamente, en la primera y última percepción, los docentes destacan la importancia de estos escenarios para fortalecer vínculos con otros actores siendo conscientes del valor de los saberes que el otro tiene y puede aportar y de la necesidad de pensar fuera de la caja de nuestras certezas acríticas y solitarias.

La siguiente percepción respecto a la feria departamental corresponde a Margni (2016) docente integrante del equipo de evaluación: *“Me permitió compartir conocimientos, intercambiar ideas, conocer nuevas formas y criterios de evaluar, aprender sobre diferentes temas del ámbito científico y social, fortalecer el trabajo colaborativo. Valorar la cultura científica en diferentes niveles y observar que los trabajos realizados tanto por niños. Jóvenes, adultos no están lejos de los mostrados por grandes investigadores y científicos”.*

Conclusiones y dificultades observadas

Como integrante del equipo de Cultura Científica, y en mi primer año de gestión considero las siguientes valoraciones y dificultades a modo de conclusión abierta:

- La metodología ABP permite a los educandos un desarrollo competencial, adquiriendo herramientas altamente operativas y, por ende, valiosas para su vida diaria.
- Fomenta un aprendizaje en profundidad, efectivamente duradero en los educandos.
- El trabajo en proyectos de investigación de aula fomenta la motivación e interés por el conocimiento científico-tecnológico-social. Muchos de nuestros niños y adolescentes que participan en Clubes de Ciencias, como así también en los campamentos científicos, descubren su vocación.
- Tal como lo mencionan algunos de los docentes orientadores, el ABP brinda a los educandos una visión integral del conocimiento, evitando la fragmentación del mismo.
- Dicha metodología consolida una oportunidad para trabajar los contenidos desde otra óptica, apostando a la innovación en Educación y al trabajo sinérgico con otras organizaciones educativas.
- Se percibe cierta resistencia de algunos docentes a participar en las actividades de Clubes de Ciencia debido a: falta de tiempo, miedo al desafío de lo diferente y falta de formación.
- Al realizar los talleres motivacionales con los educandos se puede apreciar que los mismos demuestran mucho interés en la participación, pero no terminan concretándola debido a la falta de un orientador que impulse y ordene el proyecto.
- Se puede apreciar una mayor participación de educandos y docentes en actividades de Clubes de Ciencia, en aquellas organizaciones educativas donde la dirección apoya y motiva a dichas actividades.
- Destacar, finalmente, que se cuenta con el apoyo constante de otras organizaciones como lo son: INIA, CTM, Intendencia de Salto.

Referencias

- Blank, W. (1997). Authentic instruction. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), *Promising practices for connecting high school to the real world* (pp. 15–21). Tampa, FL: University of South Florida. (ERIC Document Reproduction Service No. ED407586).
- Boss, S. (2001). *Project-Based Learning: A Short History*. Edutopia. Recuperado el 31 de marzo de 2015 de <http://www.edutopia.org/project-based-learning-history>.
- Challenge 2000 Multimedia Project. (1999). *Why do projectbased learning?* San Mateo, CA: San Mateo Country Office of Education.
- De la O, L. (2009). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. México: s/d. Recuperado el 30 de julio de 2017 de <http://www.ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Deleuze, G. (2002). *Diferencia y repetición*. Buenos Aires: Amorrortu.

Anexos

Datos de los autores

Autor 1: Es profesor de Física, egresado del Centro Regional de Profesores del Litoral. Actualmente se desempeña como docente de aula en el Consejo de Educación Secundaria y el Consejo de Educación Técnico Profesional.

Desde el año 2016 ocupa el cargo de Gestor Departamental de Cultura Científica-MEC y referente ABP.

Autor 2: Magister en Ciencias Biológicas por la Universidad de la República (UdelaR), Uruguay, 1990. Actualmente se desempeña como Director del Departamento de Cultura Científica MEC. Coordinador Educación en Ciencias, Museo de Historia Natural del CES, Montevideo (1997 a la fecha)

El rendimiento de los estudiantes del CIO en los cursos de Cálculo 1 y Física 1: Estrategias para potenciar aprendizajes.

Ana Fasana¹ y José Luis Di Laccio^{2,3}

1- Ciclo Inicial Optativo CT RN, Universidad de la República, 50000, Salto, Uruguay

2-Departamento de Física del CENUR del Litoral Norte, Universidad de la República, 50000, Salto, Uruguay

3-Centro Regional de Profesores del Litoral, 5000, Salto, Uruguay

Póster

Resumen

El Centro Universitario de la Región Litoral Norte (CENUR LN), a través del Ciclo Inicial Optativo Científico Tecnológico (CIO-CT) permite el ingreso a carreras del área científico-tecnológica de UDELAR (Fac. de Ingeniería, Fac. de Ciencias, Fac. de Química y carreras propias de la región). Los estudiantes provienen de liceos del interior del país y pueden acceder con cualquier bachillerato.

Esto plantea algunas peculiaridades en los cursos iniciales:

- Heterogeneidad en la formación al ingreso: A diferencia de las facultades mencionadas, al ingreso al CENUR, se los admite con cualquier bachillerato, no solo el bachillerato científico que es el recomendado para carreras científicas tecnológicas. Esto genera una heterogeneidad de base en los conocimientos previos del estudiante. Del total que ingresa, solamente un 30% ha realizado bachillerato de orientación científica. Esto se debe a que muchos de los estudiantes pertenecen a zonas del interior de los departamentos de la región litoral norte que no pueden optar por la orientación de bachillerato científico, cursan el disponible. La idea es ser inclusivo y generar oportunidades a todos los estudiantes pero esto trae consigo que muchas veces no cuentan con las herramientas conceptuales y procedimentales necesarias para desempeñarse correctamente en los cursos.
- Contexto socio-económico desfavorable de los estudiantes: la mayoría proviene de un nivel socio económico bajo y medio-bajo y sus padres mayoritariamente tienen instrucción a nivel secundario. En muchos casos, son los primeros en su familia en realizar estudios terciarios universitarios.
- Masividad: la matrícula es de aproximadamente 120 estudiantes, distribuida en las dos sedes. En las clases masivas por lo general el estudiante tiene un rol pasivo, esto lleva a que muchos se desmotiven, abandonen el curso y en muchos casos se desvinculen. A modo de ejemplo: en el curso de Física 1 (edición 2016), el 59% de los estudiantes no aprobó el curso y el 41% ganó derecho a rendir examen. La desvinculación antes del segundo parcial fue de 38%. Esta realidad presenta un panorama que debe ser atendido con acciones concretas, que permitan reducir el abandono estudiantil manteniendo el nivel académico de los cursos.

En este trabajo presentamos:

- Las características de los estudiantes de la generación 2016 basada en el nivel socio económico, bahillerato de origen y situación laboral.
- La desvinculación en el primer y segundo semestre.
- Los resultados de los parciales de los estudiantes.
- Los resultados de aprobación del curso
- Una discusión de como las características al ingreso inciden o no en los resultados de las pruebas parciales y resultados del curso en las asignaturas Cálculo 1 y Física 1.
- Por otra parte se comentan posibles estrategias plausibles de implementación para acompañar la preparación para la transición entre la escuela media y el seguimiento en éstos cursos.

Bibliografía

[1]Boado, M. (2010). La deserción universitaria en la UDELAR: algunas tendencias y reflexiones. La desafiliación en la Educación Media y Superior de Uruguay Conceptos, estudios y políticas, Colección Art.2, 123-152.

[2]Diconca, B. (2011). Desvinculación Estudiantil al Inicio de una Carrera Universitaria. Montevideo, CSE- UDELAR.

[3] Bremermann, E. Fasana, A. Hornos, S. (2015, septiembre). CIO CT RN en la Realidad Socio-económica y Geográfica del CENUR Litoral Norte. Ponencia presentada en: XIV Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales – UDELAR, Montevideo, Uruguay.

Datos de Autores:

Ana Fasana, es ayudante de Coordinación del CIO CT de la UdelaR.

José Luis Di Laccio, es profesor de física del Departamento de Física del CENUR LN.

Entrelazados por conocimientos tróficos “Una aventura de roles entre la realidad y la simulación, hacia una construcción del conocimiento”

Guadalupe Villanova ^(1, a) - Federico Emanuel Graziani ^(2, b)

1-UADER – Facultad de Ciencia y Tecnología - Sede Concepción del Uruguay. Profesorado Universitario en Biología

2- UADER – Facultad de Ciencia y Tecnología - Sede Concepción del Uruguay. Profesorado Universitario en Biología.

Esc. Normal Superior “Dr. Luis Cesar Ingold”. Profesorado Secundario Biología y Química. Villa Elisa, Colón.

(a) guadalupevillanova@gmail.com, (b) federico_gr@outlook.com

Eje temático: Articulación Secundaria – Universidad en relación a la enseñanza de las ciencias básicas desde una perspectiva interdisciplinaria.

Nombre póster

Entrelazados por conocimientos tróficos

Entender la naturaleza como un todo desde una perspectiva holística e integral, en la búsqueda del “cambio conceptual” es uno de los mayores desafíos de la enseñanza de las ciencias.

El presente trabajo es un relato de una experiencia áulica dentro del Profesorado Universitario en Biología de la FCyT-UADER sede Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Los docentes de la Cátedra de Ecología General, correspondiente al 3° año del Profesorado Universitario en Biología, llevaron a cabo la implementación de una estrategia didáctica poco frecuente en las aulas de ciencias: la interacción social mediada por “la dramatización” como nexo para lograr un aprendizaje significativo de contenidos específicos.

Objetivos:

- Motivar al estudiante de manera genuina y atractiva mediante una propuesta didáctica diferente e innovadora.
- Romper con el estereotipo clásico de las clases convencionales, permitiendo que el estudiante adquiriera un rol activo vivenciando su aprendizaje.
- Analizar el impacto en el abordaje de herramientas motivadoras poco trabajadas en el ámbito educativo.
- Vincular los contenidos y conceptos precedentes de las cadenas y redes tróficas, procurando su interrelación de forma espiralada con los nuevos contenidos.

Desarrollo de la experiencia áulica

En la antigüedad el hombre primitivo se posicionó como un elemento en perfecta armonía con el medio circundante, siendo un eslabón más del entramado ecosistémico y las redes tróficas; siguiendo reglas ecológicas de comportamiento y acción.

Avanzando con el enfoque antes detallado es que se desea profundizar sobre el impacto del hombre en la estructura de los ecosistemas actuales. Pero ante esto: ¿de qué forma logramos alcanzar un aprendizaje significativo de la temática? Ante este interrogante y en concordancia con los contenidos a desarrollar, surge desde el equipo de cátedra la propuesta de confeccionar redes tróficas mediante la dramatización en una propuesta de cátedra denominada: *“Una aventura de roles entre la realidad y la simulación, hacia una construcción del conocimiento”*.

Hacia el cambio conceptual

Trabajando en el ámbito educativo es posible afirmar que el cambio conceptual es posible. Aunque no es un camino llano y que colma las expectativas de los docentes. Por el contrario, lograr el cambio conceptual en los estudiantes es un trayecto plagado de dificultades, de avances y retrocesos, de andamiajes conceptuales y emocionales que requieren esfuerzos de parte del educando y del educador. Muchas veces, no es posible lograrlo en un primer momento si lo que se busca es un aprendizaje sustentable. Y además muchas veces el estudiante no es plenamente consciente de la necesidad de incorporar ciertos contenidos de manera sustentable, porque desconoce su relevancia, la utilidad posterior de los mismos y sus relaciones con otros contenidos. Es posible afirmar que hay cierta resistencia por parte del estudiante, y por lo tanto, el rol del docente se doblega, y es necesario reconocerlo para evitar adquirir el rol de docente inquisidor, si nos centramos únicamente en nuestra cátedra. Es frecuente escuchar comentarios como “a eso lo dimos en..., pero no recuerdo mas que el título”, “hhhaaa, creo que a eso lo aprendimos con.....”, es decir, hacen un aprendizaje para el momento, y lo más frecuente es que sea para aprobar el espacio curricular, y luego, olvidan gran parte de lo aprendido. Por lo tanto, es posible afirmar que los estudiantes realizan un aprendizaje exclusivamente memorístico y aislado (Galagovsky, 2004).

Debido a ésta realidad, es sumamente importante considerar la motivación del estudiante por adquirir los nuevos contenidos, poniendo en relevancia sus ideas previas, diseñando estrategias metodológicas apropiadas para el contenido, que favorezcan la asimilación y la equilibración. Driver (1988) propuso un modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el *“cambio conceptual”*. *“El mismo se hallaba estructurado en torno a una secuencia de actividades especialmente elaboradas para conseguir dicho cambio. La secuencia contaba esencialmente de cuatro fases: la orientación, destinada a despertar la atención y el interés del alumnado por el tema; la explicitación, que consiste en la exposición por el alumnado de sus ideas; la reestructuración donde han de modificarse las ideas del alumnado por medio de contraejemplos, analogías, experiencias y la revisión de cambio de ideas, donde se comparan las nuevas ideas con las iniciales”* (Furió, 2006)¹⁴

¹⁴ Carles Furió, Jordi Solbes, Jaime Carrascosa. (2006). Revista Alambique 48, pp. 64-77

En relación a lo antes mencionado es que se realiza la actividad pensada, diagramado y aplicada para el “armado de una red trófica”, el cambio conceptual va más allá de lo netamente disciplinar, dado que el nivel de los contenidos no es complejo ni desconocido en su esencia. Se puede incorporar actividades didácticas del tipo dramatización en clases convencionales que rompan con el estereotipo de que los alumnos deben estar quietos resolviendo consignas. Donde se mezcla el cambio conceptual de lo disciplinar (reestructuración cognitiva en los estudiantes) con un alumno en movimiento, participativo, cuidando su relación con el otro, respetando los espacios, procurando no solo que se exprese de forma verbal sino también corporalmente mientras aprende este contenido.

Éste mismo tema se podría desarrollar de manera convencional; donde el docente plantea una consigna, los estudiantes responden de acuerdo a sus ideas previas, y luego el educador da los significados de manera recortada y simplificada desde su propia estructura cognitiva organizada, que distan de ser las mismas estructuras cognitivas que presentan los alumnos. Siendo conscientes de esta realidad, el equipo de la cátedra incorpora una innovación metódica para el desarrollo del tema.

Retomando lo expresado anteriormente, es preciso relevar las ideas previas de los estudiantes como medio para lograr transformarlas en conceptos sostenibles, y que de este modo se favorezca el procesamiento de los contenidos científicos mediante la reestructuración cognitiva. Para ello, resulta ineludible que el docente recuerde que esto no implica que las ideas previas sean conocimientos científicos o empíricos y certeros, que muchas veces están infundados en creencias o mitos; y en repetidas veces se deben modificar para que puedan luego usarse como conceptos sostenibles (Galagovsky, 2004) para afianzar nuevos conocimientos científicos. Las ideas previas en la actividad que se describe juegan un papel fundamental, dado que no sólo se pone en juego los procesos cognitivos referidos al contenido en sí mismo, sino que también el rol del estudiante dentro del aula como sujeto pasivo, quieto en su pupitre o silla, que espera el desarrollo del tema. En esta propuesta didáctica, el estudiante deberá tomar un rol activo, distinto a lo tradicional, modificando sus movimientos, desplazándose en el aula. Sus concepciones previas son que deben permanecer sentados para aprender. Pero surgen otras ideas en base a éste planteo que generan nuevos conflictos cognitivos:

- “lo podrán hacer bien”, nuestros estudiantes no tienen entrenamiento en posturas corporales, juego de roles y dramatizaciones por lo que, para algunos jóvenes, realizar actividades donde se involucra el cuerpo requiere de desinhibición. Pero a la vez, se percibe que los anima la posibilidad de participar en una actividad poco compleja, que no requiere de habilidades teatrales.

Luego aparecen las ideas previas relacionadas con el contenido disciplinar.

- “¿Qué caracteriza a este ser vivo?”: los estudiantes indagarán en su estructura cognitiva para tratar de dar respuesta a las consignas planteadas y lograr identificar el rol que ocuparán dentro de la red trófica. Nada garantiza que sus ideas previas sean conocimientos científicos, pero la expectativa generada en el contexto del aula conlleva a la consulta en la bibliografía, con lo cual ellos pueden validar sus conocimientos previos.
- Si no presenta ninguna idea previa, dado que el estudiante desconoce la manera de describir al organismo que le tocó, o si desconoce la dieta del mismo. Se le ocasionará un conflicto cognitivo, que deberá resolver con la guía del docente y la bibliografía seleccionada.

A ponerse en movimiento

Cada estudiante seleccionará al azar una tarjeta, que contiene la imagen y nombre de un organismo. El que deberá representar, mediante la consigna “¿Qué caracteriza a este ser vivo?” es decir aspectos relacionados a la alimentación, sus aspectos etológicos más relevantes y que rol que cumple en la red. Rápidamente al indagar en su estructura cognitiva, surge la necesidad de responderse ¿Qué conozco?, y en este sentido suelen ocurrir dos cuestiones:



Figura N°1: Fotografías de la propuesta didáctica; armando la red trófica en el espacio áulico.



Figura N°2: Fotografías de la propuesta didáctica; armando la red trófica en el espacio áulico.



Figura N°3: Fotografías de la propuesta didáctica; armando la red trófica en el espacio áulico.

1- Puede resultar una situación fácil de resolver, porque el organismo que le ha tocado es familiar y por ello con bucear en su memoria a largo plazo le será suficiente, pero también suele ocurrir, que aunque el organismo es muy conocido por el estudiante surge la necesidad de conocer más y/o afianzar lo que sabe, presentándose de este modo el conflicto cognitivo e incorporando en su estructuras nuevos conocimientos.

2- Puede representarle algo más complejo de resolver, si al estudiante le tocó un organismo al que no conoce bien. Pero no es algo abstracto y lejano porque los docentes han seleccionado organismos de la región, del cuál conocen al menos su nombre. Esto desencadena en el estudiante el conflicto cognitivo, al contrastar lo poco que ellos ya conocen y considerar que necesitan otros datos, más información para realizar la representación. “El individuo está preparado para aprender cuando se da cuenta que no sabe”¹⁵... Motivados por el alboroto que se produce en el aula por la expectativa de la actividad, buscan en la bibliografía propuesta por la cátedra y regularmente consultan con los docentes. Logrando de este modo resolver su conflicto.

¹⁵ Extraído de Galagovsky, Lydia “Hacia un nuevo rol docente”, pág 37.

Dado que no se pretende generar situaciones de angustia en el estudiante se pone a disposición la bibliografía seleccionada por el equipo docente, para evitar que se genere un conflicto negativo en torno a la disponibilidad de la información, por ejemplo: *"me tocó un organismo del que no se nada y no sé cómo resolver esta situación"*.



Figura N°4: Fotografías de la propuesta didáctica; armando la red trófica en el espacio áulico.

En este caso el conflicto cognitivo es netamente del estudiante, Galagovsky señala que *"cada alumno debe ser el dueño de su conflicto cognitivo"*, dado que el rol del docente es ser un mediador, un facilitador del aprendizaje, evitando dar las respuestas correctas de manera acabada y recortada; luego de escuchar las ideas previas de los alumnos. Cada estudiante verbalizará sus conocimientos para poder relacionarse con los demás, aportando su parte para cumplir con el objetivo de la actividad.



Figura N°5: Fotografías de la propuesta didáctica; armando la red trófica en el espacio áulico.

Una vez presentados todos los integrantes de la dinámica (productores y consumidores) se procederá a la entrega de piolas, que representarán las relaciones tróficas de la red. Los estudiantes deberán interrelacionarse, indagando y repreguntándose entre los miembros, diferentes aspectos e ir estableciendo las relaciones tróficas entre ellos. En esta parte de la actividad el docente permanece expectante y solo guiará de forma esporádica hasta el armado total de la red.

Pero el objetivo no culmina aquí. Con el momento lúdico transcurrido se redobla la apuesta mediante la realización por parte de los docentes de preguntas y premisas que desafíen los "conflictos cognitivos

conscientes" (Galagovsky, 2004) de los estudiantes. Las consignas están relacionadas a repensar la trama trófica, destacando la importancia de cada nivel y de cada organismo que la compone, la importancia de las posibilidades alimentarias que cada individuo posee y a las alteraciones que suelen surgir en los ecosistemas por la intervención del hombre. Las respuestas suelen ser grupales generándose sinergias en la manifestación de los contenidos y en la reivindicación de sus aprendizajes, también suelen surgir debates entre ellos sumamente enriquecedores.

Conclusiones arribadas

Se logró una motivación genuina y espontánea, ante la posibilidad de vivenciar una propuesta didáctica diferente. De este modo, la predisposición a la incorporación de nuevos contenidos no es forzada ni direccional (el docente enseña, el alumno aprende). También es importante mencionar que el ambiente de respeto y alegría en el que se desarrolló la actividad es un buen indicador de la buena recepción que tuvo la propuesta. Posteriormente a la culminación se indagó de manera general sobre el impacto de lo vivenciado. Lográndose recopilar relatos entusiastas, alegres y divertidos por parte de todo el grupo, donde se mencionó en reiteradas oportunidades la necesidad de incorporar más actividades de este estilo.

Si se obtuvieron resultados tan positivos ¿Por qué no aplicarlo en otros ámbitos educativos?. Por otro lado esta iniciativa se presenta como una herramienta didáctica transferible en sus posteriores prácticas docentes al nivel secundario.

Como conclusión es importante considerar la motivación del estudiante por adquirir los nuevos contenidos, poniendo en relevancia sus ideas previas, diseñando estrategias metodológicas apropiadas, que favorezcan la asimilación y permitan la construcción de su propio aprendizaje de forma significativa.

Permitir incorporar estrategias didácticas diferentes atendiendo a lograr un aprendizaje sustentable, matizando cambios de acciones dentro del aula, donde se le permite al estudiante interactuar con sus pares es un desafío que los docentes deberíamos plantearnos.

Referencia

1- Driver R. (1988): "Un enfoque constructivista para el desarrollo en ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol.6, n. 2, pp.109 – 120.

2- Galagovsky, L (2004). *Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico. Enseñanza de las Ciencias*, 22(2) 230-240, ICE, Barcelona, España. *Parte 2: derivaciones comunicacionales y didácticas. Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 349-364.

Autor 1: Es Profesora Universitaria de Biología, egresada de la UADER, Facultad de Ciencia y Tecnología, cursante de la Especialización en Educación Científica con Orientación en la Enseñanza de la Biología, en FCyT UADER sede Concepción del Uruguay.

Docente del Profesorado Universitario de Biología y Profesorado Universitario de Química de la precitada unidad académica. Docente en el nivel secundario del Colegio Superior "Justo José de Urquiza", Concepción del Uruguay.

Autor 2: Es Profesor Universitario de Biología, egresado de la UADER, Facultad de Ciencia y Tecnología, Diplomado Superior en la Enseñanza de las Ciencias en la FLACSO y Especialista Docente de Nivel Superior en Educación y TIC, otorgado por el Ministerio de Educación de la Nación.

Docente del Profesorado Secundario de Biología y Química de la Escuela Normal Superior "Dr. Luis Cesar Ingold" y Docente auxiliar de las cátedras Ecología General y Didáctica de la Biología en el Profesorado Universitario de Biología, FCyT UADER, sede Concepción del Uruguay.

Estudio exploratorio de imágenes conceptuales de los alumnos de la asignatura Matemática 1 del CIO CT sobre el concepto de límite funcional

Mario Alvarez⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de la República, Regional Norte (Salto)

malvarez@unorte.edu.uy

Eje temático: Articulación Secundaria – Universidad en relación a la enseñanza de las ciencias básicas desde una perspectiva interdisciplinaria

Resumen

El curso de Matemática 1 del Ciclo Inicial Optativo Científico Tecnológico de la Regional Norte de la UdelaR tiene la característica de utilizar permanentemente el concepto de límite de una función real de variable real, el cual es desarrollado en educación secundaria. En este trabajo se presenta un estudio exploratorio en el que se indagan algunos elementos de las imágenes conceptuales, según Tall & Vinner (1981), que tienen los estudiantes al iniciar dicho curso. Esta primera caracterización es de interés inmediato para la planificación de las unidades didácticas, ya que permite contar con una aproximación a los distintos elementos que los estudiantes pueden evocar cuando se enfrentan o utilizan el concepto de límite.

Palabras claves: enseñanza de límite – imágenes conceptuales – configuración cognitiva

Introducción

El curso de Matemática 1 del Ciclo Inicial Optativo Científico Tecnológico (CIO-CT) de la UdelaR Regional Norte (Salto) toma como conocimientos previos en los ingresantes ciertos ejes temáticos desarrollados en el secundario como punto de inicio para desarrollar los contenidos propios del curso, a saber: derivadas, funciones inversas, aproximaciones polinómicas, integrales y ecuaciones diferenciales. Para cualquiera de todos ellos, el concepto de límite es primordial, tanto en su definición formal, como en las distintas interpretaciones y en cualquier registro semiótico que se considere (algebraico, gráfico, numérico, etc.).

En el transcurso de años anteriores se han detectado falencias conceptuales en la interpretación del concepto de límite, que luego se trasladan inmediatamente a los nuevos objetos matemáticos que lo usan como base, pero este tipo de dificultades detectadas han sido heterogéneas en cuanto a que algunos tenían un buen manejo algebraico pero no en la definición formal, otros tenían un buen manejo en los registros gráficos pero no podían relacionar con los cálculos algebraicos, etc. Esta situación ha motivado la problemática de realizar un estudio al inicio del curso a modo de diagnóstico respecto a qué elementos cuentan en su concepción de límite.

Por "concepción" consideramos la siguiente definición:

Una concepción está determinada por un conjunto relativamente organizado de conocimientos utilizados con bastante frecuencia, y conjuntamente, sobre un conjunto de situaciones (para el cual son pertinentes, adecuados, útiles, etc.), y que se manifiestan mediante un repertorio relativamente estable y limitado de comportamientos, lenguajes, técnicas, etc. (Antibi et Brousseau, 2000, p. 20)

Desde esta definición, es evidente que una concepción sobre el objeto matemático "límite" no necesariamente tenga todos sus elementos correctos. Podría esperarse, por ejemplo, que un alumno aplique la definición formal para validar el límite de una función polinómica de segundo grado en un punto de su dominio, pero tenga dificultades para realizar una verificación numérica para determinar si su resolución sería válida.

Como primera referencia de antecedentes consideramos el trabajo de Tall y Vinner (1981), en el cual presentan las nociones de "imagen conceptual" y "definición conceptual" de un objeto matemático, aplicable inmediatamente al concepto de interés para este trabajo. Según estos autores, la *imagen conceptual*, referida a un individuo, consiste de un conjunto de representaciones visuales incluyendo símbolos, que están asociadas con el concepto junto con propiedades y procesos asociados al mismo que están en la mente del individuo. Es decir que la *imagen conceptual* determina primariamente lo que el individuo comprende de la noción en cuestión y no necesariamente las partes que la componen son coherentes, cuestión que podría no manifestarse si acaso dichas partes no son evocadas simultáneamente por el sujeto. Por otra parte, la noción de *definición conceptual* se refiere a la forma de definir un concepto, ya sea en palabras, formalmente, o incluso personal cuando el individuo intenta definir o describir su imagen conceptual. Adicionalmente, en Rodríguez y Colombano (2008) se sugiere que el uso cotidiano del término "límite" (los límites de un territorio, límite de tiempo admitido para la entrega de un trabajo, límite de velocidad, etc.) también conforman parte de su imagen conceptual, y que si esto ocurre, es probable que esta parte de la imagen conceptual sea evocada por el sujeto para operar con ella, si acaso no dispone de manera operativa de la definición conceptual, consistente con la matemáticamente correcta, aprendida en la clase (del nivel secundario para el problema de estudio planteado en este trabajo). Es lo que Cornú (1991) las llama *concepciones espontáneas*.

Por lo tanto, la imagen mental del concepto está formada por varias ideas, algunas contradictorias entre sí, que utilizan según la situación que abordan, aunque no necesariamente el estudiante advierte la contradicción, excepto que esas partes contradictorias sean interpeladas simultáneamente. Mientras esto último no ocurra, usarán una parte u otra de esa imagen de manera inconsciente, no podrán evidenciar contradicciones entre ellas pues no habrá presencia de conflicto alguno, seguirán considerando efectivos a los modelos, los utilizarán con éxito y no la necesidad de evolucionar hacia la comprensión más profunda, no solo intuitiva, del concepto de límite.

Otro aporte al estudio que hemos considerado es el de *modelo intuitivo de límite* de Williams (1991) haciendo referencia a la comprensión de la noción que los estudiantes manifiestan o presentan luego de la enseñanza del concepto (para nuestro caso sería al finalizar el nivel secundario). Se incluirían como elementos de la imagen conceptual y que los alumnos pueden reforzar o corregir, según el caso, en el desarrollo del curso de Matemática 1 para nuestro interés. Observan Rodríguez y Colombano (2008) que la mayoría de estos modelos tiene un campo de validez, en el cual

al utilizarlo el estudiante resulta eficaz en la tarea, pero no todos ellos son matemáticamente correctos. A modo de ejemplo se suele detectar este tipo de situaciones cuando en el estudio de la localización de extremos locales de una función, los ejemplos desarrollados en clase han tenido la característica de que todo punto crítico haya resultado un extremo, esto puede gestar la idea en el alumno que con sólo al localizar los puntos críticos ya se puede tener localizados los máximos y mínimos locales, constituyendo un modelo que no es correcto.

Los modelos intuitivos propuestos por Williams (1991) son seis, a saber:

Dinámico-teórico: el límite es un valor que describe cómo una función se mueve cuando x tiende a un cierto punto.

Dinámico-práctico: en este modelo el límite se decide insertando valores de x cada vez más cercanos a un número dado hasta que el valor del límite es alcanzado.

Cota: el valor de un límite es un número más allá del cual la función no puede pasar.

Formal: corresponde a la definición formal de límite. El modelo se caracteriza por reconocer la arbitrariedad de la cercanía de las imágenes de la función respecto del límite restringiendo los valores de x a un entorno de punto de estudio del límite.

No alcanzable: el límite es un valor al cual una función se aproxima pero nunca alcanza.

Aproximación: el valor del límite es una aproximación que puede ser hecha tan precisa como se desee.

Cabe observar que el alcance de los modelos "Dinámico-teórico", "Dinámico-práctico", "Cota" y "No alcanzable" es muy limitado.

En este contexto se presentan las primeras preguntas de investigación para este trabajo exploratorio:

¿Qué elementos primarios componen las imágenes conceptuales del objeto matemático límite?

¿Tienen relación estos elementos de sus concepciones con los modelos presentados en estos antecedentes?

Marco teórico

Para este trabajo se consideró el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS) como marco teórico y metodológico dentro de la Didáctica de la Matemática propuesta por Godino (2000, 2002), Godino, Batanero & Font (2007) y colaboradores. En particular, se utilizaron los constructos de configuración epistémica y configuración cognitiva, donde se articulan seis objetos primarios: situación problema, conceptos, propiedades o proposiciones, procedimientos, argumentaciones y lenguaje. Estas configuraciones son entendidas como las redes de objetos intervinientes y emergentes de los sistemas de prácticas y las relaciones que se establecen entre los mismos, constituyendo los elementos del significado de un objeto matemático particular. Tanto los sistemas de prácticas como las configuraciones se proponen como herramientas teóricas para describir los conocimientos matemáticos, en su doble versión, personal e institucional (Godino y Batanero, 1994). En las configuraciones epistémicas/cognitivas, las situaciones problemas son las que le dan origen a la propia actividad matemática, y al mismo tiempo, motivan la aparición del conjunto de reglas. El lenguaje, en tanto, sirve de instrumento para accionar en la actividad matemática que acontece. Los argumentos los entendemos como prácticas que aparecen para justificar el conjunto de reglas y están regulados por el uso del lenguaje, que por su parte, sirve de instrumento para la comunicación.

Metodología

El trabajo se basó en el análisis e interpretación de 4 tareas que fueron seleccionadas textualmente de Colombano y Rodríguez (2008), realizadas por 21 alumnos al inicio del curso de primer cuatrimestre de Matemática 1 del CIO CT cohorte 2017.

La selección de las tareas tuvieron distintos objetivos específicos: la primera y la segunda tratar de detectar y caracterizar la presencia de modelos intuitivos del objeto matemático límite previamente al inicio del desarrollo teórico de los contenidos específicos del curso. Las otras dos tareas propuestas indagaban acerca de la aplicabilidad de modelos intuitivos específicos.

El diseño metodológico considerado es de tipo exploratorio (se indagó sobre las concepciones iniciales de los alumnos), descriptivo (se realizó una caracterización de las mismas), de corte etnográfico (se buscó comprender los acontecimientos tal y como los interpretan los sujetos investigados, a través de una inmersión en su pensamiento y práctica) y hermenéutico (se hicieron interpretaciones sobre las interpretaciones que hacen los estudiantes). El enfoque del análisis fue de tipo cualitativo, puesto que el objeto de estudio no fue algo que se pudiera cuantificar y operar cuantitativamente con ello. Tampoco se pretendió realizar inferencias de los resultados obtenidos debido a que el muestreo fue no probabilístico.

De las producciones de los estudiantes (prácticas operativas y discursivas) se realizó una configuración cognitiva la cual se contrastó con la configuración epistémica construida a priori para cada una de las tareas.

Análisis de los resultados

Presentamos a continuación el análisis a priori realizado sobre la segunda situación problema del instrumento con su correspondiente configuración epistémica, y a modo de ejemplo, una resolución realizada por un estudiante junto a una configuración cognitiva. No obstante, las conclusiones devienen de efectuar el análisis de las 4 tareas del instrumento y de las 84 configuraciones cognitivas (4 por cada uno de los 21 estudiantes).

La segunda situación – problema fue la siguiente:

$$\text{Dada } f: \mathbb{R} - \{0\} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = x + 1 + \frac{1}{100000x}$$

- Determinar el límite de f cuando x tiende a 0.
- Completar la tabla. ¿Cómo se explica la respuesta dada en a) sobre el límite de f cuando x tiende a 0 a partir de los resultados de la tabla? Justificar.

x	$f(x)$
0.1	
0.01	
0.001	
-0.1	
-0.01	
-0.001	

El contexto planteado es intramatemático, pide determinar el valor del límite (si existe) para una función dada definida en todo número real excepto en cero.

La particularidad que no esté definida en la abscisa cero hace que la función carezca de imagen (propiedad), por lo tanto la evaluación del límite no puede hacer por reemplazo directo (procedimiento) ya que la función no es continua en dicho punto (concepto).

Un resultado básico de Cálculo se puede utilizar como recurso inmediato: el límite de la función $y = \frac{1}{x}$ cuando x tiende a 0, no existe, es $\pm\infty$ (propiedad). Luego, se concluye que el límite no existe (argumento).

Respecto al ítem (b) de la actividad propuesta, al completar la tabla se obtienen valores próximos al centésimo a 1 (procedimiento). Pero es intencional que los valores dados de x lleguen al milésimo en aproximación a 0, por lo tanto el término $\frac{1}{100000x}$ no alcanza a reflejar el comportamiento de crecimiento indefinido ya que para percibirlo numéricamente se necesitarían valores mucho más cercanos a cero (procedimiento y argumento).

De esta forma, la configuración epistémica resulta:

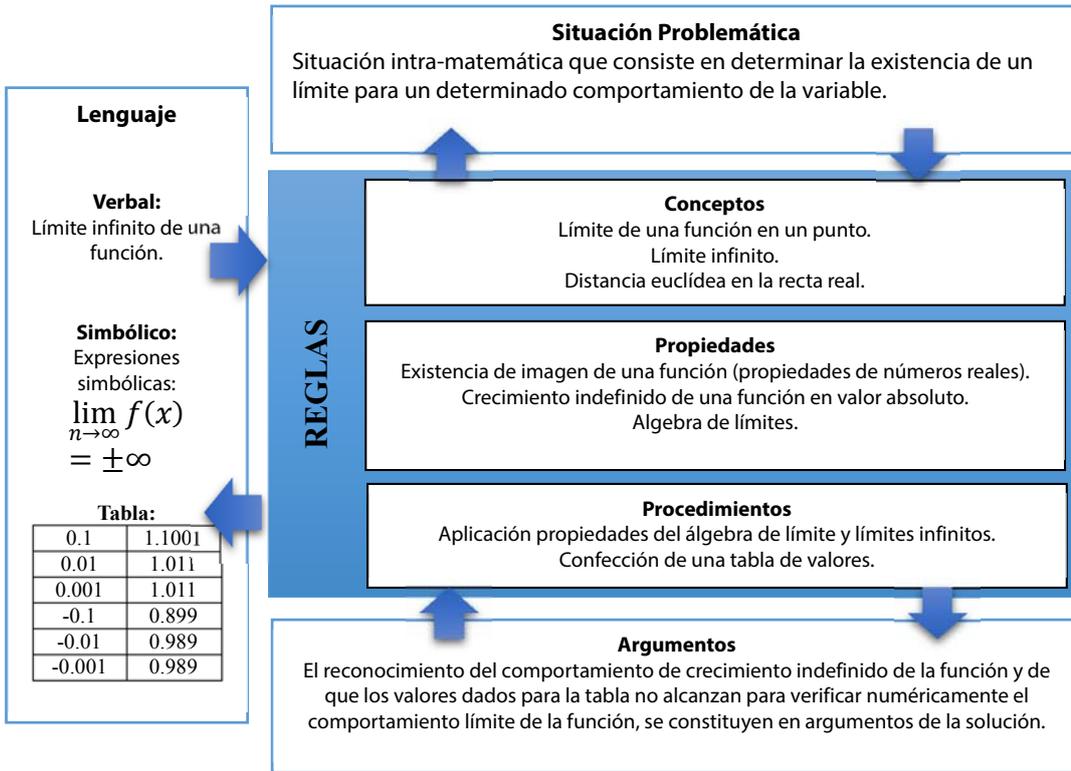


Figura 3. T Configuración epistémica asociada a la segunda situación problema

Veamos ahora un análisis de las prácticas operativas y discursivas del alumno A1 para esta situación problema (Figura 2):

Dada $f: \mathbb{R} - \{0\} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = x + 1 + \frac{1}{100000x}$

a) Determinar el límite de f cuando x tiende a 0.
b) Completar la tabla. ¿Cómo se explica la respuesta dada en a) sobre el límite de f cuando x tiende a 0 a partir de los resultados de la tabla? Justificar.

R- El límite de f cuando $x \rightarrow 0$ nos dice que por derecha los valores de f se acercan a 1 y por izquierda se acercan a 1 también.

x	f(x)
0.1	1.1001
0.01	1.011
0.001	1.011
-0.1	0.899
-0.01	0.989
-0.001	0.989

$\lim_{x \rightarrow 0} x + 1 + \frac{1}{100000x} = \lim_{x \rightarrow 0} x + 1 + \frac{1}{100000 \cdot 0} = 1$

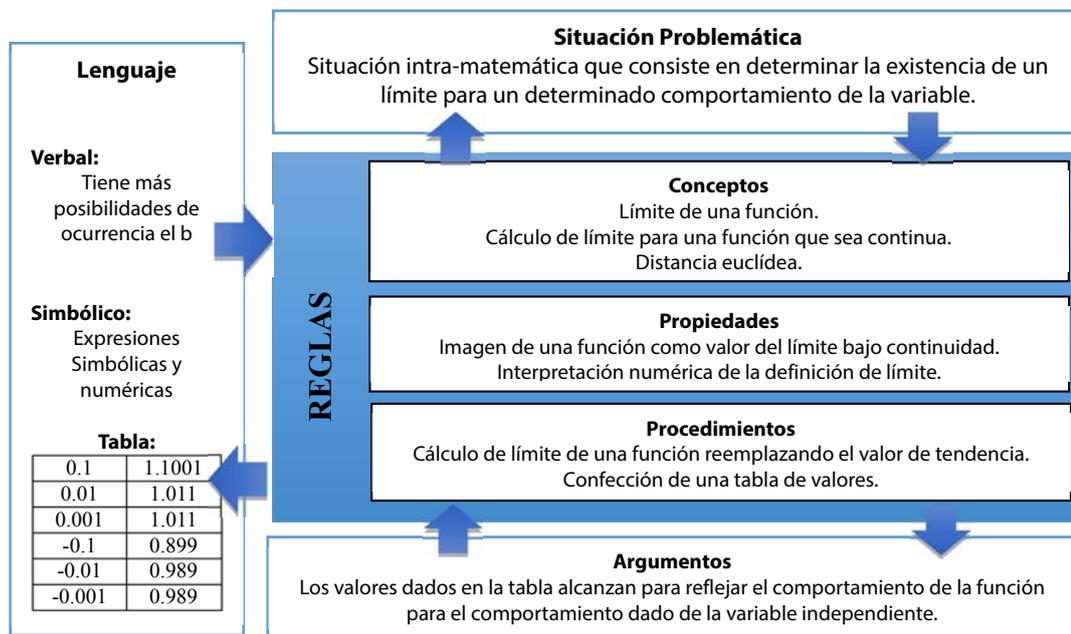
\Rightarrow Cuanto más cercano a 1 sea el valor al que tiende x más cercano a 1 va a ser el resultado del límite de la función.

Figura 2. Resolución de A1 a la segunda situación problema

Para este caso, el estudiante resuelve el límite dado reemplazando el valor de la variable por cero (procedimiento). Esto puede llevar a pensar en un modelo de tipo "Dinámico – práctico" en términos de Williams (1991). Se interpreta que reconoce como cero a la expresión $1/(100000 \cdot 0)$ lo cual es erróneo (concepto). Asevera que "cuanto más cercano a 1 se el valor al que tiende x más cercano a 1 va a ser el resultado del límite de la función" (sic), esto también lleva a pensar en un modelo de tipo "Aproximación" (argumento).

Respecto a la tabla la completa correctamente (procedimiento), pero considera que los valores obtenidos ya le alcanzan para determinar el comportamiento de la función, lo cual es erróneo (propiedad).

La configuración cognitiva para este alumno sería la siguiente:



Conclusiones

Las herramientas teórico metodológica del EOS (configuración epistémica y configuración cognitiva) han permitido comparar la pertinencia en el uso de los objetos primarios utilizados por los alumnos de Matemática 1 del CIO CT 2017. Se han encontrado elementos erróneos en sus imágenes conceptuales de límite de la escuela secundaria, en la misma línea que los antecedentes citados en otras investigaciones que tomaron el mismo objeto de estudio.

En este sentido, se pueden puntualizar algunos ejes centrales respecto a sus imágenes conceptuales del concepto de límite manifestadas por los estudiantes:

- Han primado los modelos "Dinámico-práctico", "No alcanzable" y "Aproximación". Esto puede ocurrir por un estudio que hayan tenido de índole más bien práctica en términos de ejercitación de cálculos de límites.
- No se ha presentado el modelo "Dinámico-formal" que se lo puede utilizar al momento de argumentar utilizando la definición formal.

El hecho que los docentes del curso cuenten con un primer diagnóstico respecto a los elementos en las imágenes mentales de este concepto central del desarrollo de los temas del curso, es un punto de mucho interés pues aportan elementos puntuales para el diseño de las unidades didácticas correspondientes.

Referencias

- Antibi, A. et Brousseau, G. (2000). Le dé-transposition de connaissances scolaires. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20 (1), 7-40.
- Colombano V., Rodríguez M. (2008). Un estudio inicial sobre modelos espontáneos de límite funcional en el nivel superior. II REPEM – Memorias Santa Rosa, La Pampa, Argentina
- Cornu, B. (1991). Limits. En Tall, D. *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Godino, J. D. (2000). Significado y comprensión en matemáticas. *Uno*, 25, 77-87.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22 (2/3), 237-284.
- Godino, J., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 39 (1-2), 127-135.
- Tall, D; Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12 (2). 151-169.
- Williams, S. (1991). Models of limit held by college calculus students. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol 22, No. 3, pp. 219-236.

Anexos

Enunciados de las cuatro tareas del instrumento:

1.-

Indicar con una cruz si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa.

V	...	F	...	a) El valor de un límite describe cómo una función se mueve cuando x tiende a un cierto punto
V	...	F	...	b) El valor de un límite es un número o un punto más allá del cual una función no puede pasar
V	...	F	...	c) El valor de un límite es un número tal que las imágenes de una función pueden hacerse arbitrariamente cercanas a él, restringiendo suficientemente los valores de x
V	...	F	...	d) El valor de un límite es un número o punto al que una función consigue acercarse pero nunca alcanzar
V	...	F	...	e) El valor de un límite es una aproximación que puede ser hecha tan exacta como se desee
V	...	F	...	f) El valor de un límite se decide insertando en x números cada vez más cercanos a un número dado hasta alcanzar el límite.

2.-

Por favor describí en algunos renglones lo que entendés por límite, es decir, describí lo que significa decir que “el límite de una función f cuando $x \rightarrow a$ es un número L ”.

3.-

Dada $f: \mathbb{R} - \{0\} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = x + 1 + \frac{1}{100000x}$

- a) Determinar el límite de f cuando x tiende a 0.
 b) Completar la tabla. ¿Cómo se explica la respuesta dada en a) sobre el límite de f cuando x tiende a 0 a partir de los resultados de la tabla? Justificar.

x	$f(x)$
0.1	
0.01	
0.001	
-0.1	
-0.01	
-0.001	

4.-

Se instala una planta exótica en un invernadero.

Al cabo de 10 días, la planta mide 1,9 metros

Al cabo de 11 días, la planta mide 1,99 metros

Al cabo de 12 días, la planta mide 1,999 metros

Al cabo de 13 días, la planta mide 1,9999 metros

Al cabo de 14 días, la planta mide 1,99999 metros

Al cabo de 15 días, la planta mide 1,999999 metros

etc....(considerar que sigue creciendo con la misma tendencia de lo exhibido)

- a) ¿Te parece que la altura de la planta tiene un límite?, si es así, ¿cuál es?
 b) Supongamos que el techo del invernadero está a dos metros del suelo, ¿algún día la planta lo va a tocar?
 c) Si tuviéramos la posibilidad de bajar el techo, ¿podríamos hacerlo sin que la planta llegue a tocarlo?

Datos del autor

Es profesor/a de Matemática egresado del Instituto Profesorado Concordia D-54 y Licenciado en enseñanza de la Matemática por la Universidad Nacional de Concepción del Uruguay (Argentina). Actualmente se desempeña como docente en el CIO CT de la Regional Norte de la UdelaR y en otras instituciones universitarias y terciarias de Argentina.

Autonomía académica, apoyo institucional, motivación y actitudes hacia la enseñanza, compromiso docente y burnout en docentes de física de nivel terciario en el CETP-UTU

Ibarra F, Alexander^(a), Cabot E., Andrea ²^(b)

Andrea Cabot Echevarría
Inspectora de Física
Consejo de Educación Técnico Profesional
andreacabot@gmail.com
acabot@anep.edu.uy

Alexander Ibarra Flores
Especialista en Psicología Clínica
Profesor universitario
Universidad Católica del Uruguay
ibarralexander@gmail.com
alexander.ibarra@ucu.edu.uy

Eje temático: ¿Cómo despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

El estudio de factores relacionados con la enseñanza puede contribuir con el diseño de estrategias de apoyo que puedan favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, no solo en lo referente a los contenidos curriculares, sino también en la promoción del docente como referente vocacional de sus estudiantes en función de factores relacionados con su disposición hacia la enseñanza. En este sentido, se realizó un estudio para conocer el grado de autonomía y de apoyo institucional percibido, la motivación y actitudes hacia la enseñanza, el compromiso docente y burnout en once de los 18 docentes de física de nivel III en CETP-UTU que accedieron a realizar el estudio. En primer lugar, se realizó una entrevista semiestructurada para conocer la percepción que tienen los docentes de su profesión, los problemas que identifican en la institución y en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, y cómo se les ha dado respuesta a esas dificultades desde la institución. Por último, se administró un cuestionario en línea con los instrumentos que evaluaban las variables del estudio. Se encontró que en general los profesores concentran su atención laboral en CETP-UTU, con más de seis años de dedicación docente y con interés en formación continua. Se perciben con alta autonomía en su trabajo y con apoyo por parte de la institución, con una motivación y actitud positiva hacia su profesión de enseñanza, alto compromiso docente y baja sensación de burnout en su trabajo. Se proponen recomendaciones para el diseño de estrategias de apoyo docente y para la promoción del docente como referente vocacional.

Palabras claves: vocación científica, compromiso docente, motivación hacia la enseñanza, burnout docente.

Introducción

Este trabajo se ubica en el ámbito del Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP-UTU) que, sin lugar a dudas, constituye la Institución tradicional en educación para el trabajo en el país. Es en América Latina una de las instituciones más antiguas y, a diferencia de otros países, no fue sustituida por otras, sino que evolucionó a lo largo de más de un siglo.

La enseñanza de la Física en Uruguay, en cursos dependientes del CETP-UTU, por su vinculación directa con el perfil de egreso de cada una de las orientaciones ocupacionales, está orientada a que el estudiante logre conocer y comprender la esencia de la Física con un alto nivel de motivación, y que a su vez contribuya a aprender ante la necesidad actual del aumento cotidiano de la información.

El proceso de enseñanza a nivel terciario puede comprenderse desde dos vertientes. En primer lugar, desde lo que significa presentar los contenidos curriculares y apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Martínez, 2016). En segundo lugar, puede abordarse concibiendo al docente como un motivador de las áreas de contenido, sobre todo en niveles de estudio terciario o superior, sea a nivel universitario o técnico (Martínez, 2016). En estos casos, el docente no solo presenta los contenidos y facilita el proceso de aprendizaje, sino que también cumple un rol promotor de la disciplina en la que está inserta la materia que imparte. De modo que el docente puede entusiasmar y atraer a los estudiantes a que continúen desarrollándose profesionalmente en la misma línea de la materia que están estudiando. Los docentes pueden ser un referente vocacional de los estudiantes, con lo cual les ayudan en el proceso de decisión respecto a qué hacer luego de culminar su formación técnica o universitaria (Triadó, Chueca, Freixa, y Torrado, 2015).

El uso que hacen los estudiantes de las oportunidades de aprendizaje brindadas por las instituciones educativas va más allá de la adquisición de conocimientos y competencias tal como se manifiesta en el rendimiento académico, bien sea expresado como es tradicional con un número o por medio de descripciones cualitativas de los docentes (Oviedo, 2007). Uno de los modos de este aprovechamiento, es la motivación de los estudiantes hacia el estudio y hacia la vocación profesional, en la medida que el proceso de enseñanza proporciona elementos que le ayudan a construir un proyecto primero de carrera, para luego integrarse con lo que será la inserción al mundo laboral y otras áreas de vida (Vázquez y Manassero, 2009).

Este proceso de motivación de la conformación del proyecto de carrera y del desarrollo de la vocación profesional, puede facilitarse por el compromiso docente hacia lo que es la profesión de enseñanza, por el grado de involucramiento institucional y por la búsqueda de la mejora continua en su desempeño docente y en su formación profesional. La influencia de los docentes en los estudiantes no solo se basa en consideraciones formales como el dominio del contenido, sino también en aspectos no formales que se relacionan con las características personales de los docentes (Martínez, 2016). De allí la relevancia del docente como referente vocacional, en la medida que su compromiso hacia su labor docente es alto, también se promoverá aspectos más allá del contenido curricular, como los relacionados con la vocación de carrera.

Un buen desempeño laboral está asociado a la satisfacción personal en dicho trabajo (Memeri, Mahdieh, y Marnani, 2013; Yucel y Bektas, 2012). De modo que si los docentes sienten satisfacción en su labor, manifestada por una motivación y actitud positiva hacia la enseñanza, también estarán con mayor disposición a comprometerse con la institución y a realizar esfuerzos tendientes a mejorar las condiciones de enseñanza en el aula y a nivel institucional. La institución puede favorecerse de escuchar los planteamientos de docentes comprometidos profesionalmente, en aras a la mejora de la calidad educativa.

La retribución económica de la labor docente no suele ser el motivo fundamental del por qué los docentes eligen esta profesión (Vegas, 2005), de hecho se ha discutido la efectividad de los incentivos individuales orientados a la mejora de la calidad de la enseñanza, particularmente en la región (Acuña, 2015; Vegas, 2005). Por lo que, pareciera que hay otros factores no formales que redundan en una mejor satisfacción, motivación y actitud hacia la enseñanza. Entre estos aspectos está el grado autonomía su trabajo y el apoyo insitucional en la labor de enseñanza, de modo que los docentes se sientan como parte de un todo que va en la misma dirección hacia la mejora de la calidad educativa (Mkumbo, 2013). Lo que que también puede traducirse en niveles bajos de agotamiento en la labor docente, pero es necesario identificar estos niveles ante la acostumbrada carga de trabajo docente en el aula y fuera de ella (Maslach y Jackson, 1981).

Este estudio busca explorar en docentes del nivel terciario del CEPT-UTU de física, la percepción de autonomía, de apoyo institucional, la motivación y actitudes hacia la enseñanza, el compromiso docente y el grado de burnout o agotamiento en la labor de enseñanza; para indentificar cómo estas variables están presentes en este grupo y la posible contribución en el diseño de estrategias institucionales de apoyo docente.

Metodología

Población y muestra

La muestra estuvo conformada por once docentes de física pertenecientes al nivel terciario del Consejo de Formación Técnico Profesional. Fueron contactados 18 docentes por medio de la Inspección en Física, se incluyeron en el estudio solo a los que accedieron a participar. Estos docentes forman parte de la población de docentes del nivel terciario de la institución.

Caracterización de la muestra

De los 11 docentes que participaron en el estudio seis eran de género femenino y cinco de género masculino. Con respecto al tiempo que tienen como docente en CEPT-UTU, dos profesores tienen entre uno y tres años; otros dos, entre cuatro y seis años; y siete, más de seis años.

La cantidad de cursos que imparten actualmente en CEPT-UTU varía entre dos y siete cursos. Tres docentes tienen dos cursos; otros tres tienen tres cursos; otros tres cuatro cursos y los dos restantes tienen siete cursos.

Respecto a la cantidad de horas semanales de dedicación docente en UTU, varió entre 12 horas y 55 horas. Seis docentes tienen entre 12 y 25 horas de clases y los restantes cinco tienen entre 28 y 55 horas de clases.

En relación con la cantidad de horas semanales dedicadas a la preparación de las clases, seis profesores dedican entre una hora y ocho horas, y los restantes cinco dedican entre nueve y más de 12 horas.

Diseño de investigación

El tipo de investigación es no experimental, de tipo exploratorio, en la que no se tuvo control sobre las diferentes variables que pudieran influir en el reporte de los sujetos que participaron en el estudio. Se utilizaron escalas a modo de registro y una entrevista semiestructurada para ampliar el conocimiento sobre el grupo de interés. Los resultados se limitan, por tanto, al grupo de profesores del nivel terciario de física del CEPT-UTU y tienen un carácter exploratorio.

Instrumentos

Formato de registro para la entrevista semi-estructurada

Este formato se desarrolló como guía para la entrevista a los docentes y para el registro de las respuestas. Estuvo compuesto por siete preguntas referidas a la actividad docente, la percepción acerca de algunos aspectos de la institución y de los estudiantes. Las preguntas que se realizaron se muestran a continuación:

1. ¿Cómo describiría lo que es ser docente?
2. ¿Cuáles son los principales problemas que ha encontrado en su labor como docente de CEPT-UTU?
3. ¿Cómo se les ha dado respuesta a estos problemas?
4. ¿Cuáles son las principales necesidades que tienen los estudiantes?
5. ¿Cómo se han atendido estas necesidades desde la institución?
6. ¿Qué otras acciones consideras que deben realizarse para atender a estas necesidades?
7. ¿Quién o quiénes serían los principales actores en la atención a estas necesidades?

Las preguntas fueron presentadas a la Inspección en física para su validación con respecto a las características de los docentes que participaron en el estudio y a las características institucionales. Se realizaron ajustes para su adaptación.

Adicionalmente, se les daba la oportunidad de agregar algún otro aspecto que considerarán relevante y que no hubiera sido preguntando, con relación a las temáticas de la entrevista.

Cuestionario de datos personales y laborales

Una primera parte del cuestionario que se administró luego de cada entrevista, se refería a variables sociodemográficas y a aspectos generales de la actividad laboral docente y no docente. Esta primera parte contenía once preguntas, las cuales se indican a continuación:

1. Sexo.
2. Tiempo como docente en CEPT-UTU.
3. Cantidad de cursos que imparten.
4. Cantidad de horas semanales de docencia en CEPT-UTU.
5. Cantidad de horas que estiman utilizan en la preparación de las clases.
6. Si dan clases en alguna otra institución educativa.
7. Cantidad de horas semanales de docencia en esas otras instituciones educativas.
8. Si tenían algún otro trabajo no docente.
9. Cantidad de horas a la semana que dedicaban a esta otra actividad laboral.
10. Cantidad de cursos, talleres, conferencias o seminarios a los que asistieron en el último año y que tuvieran que ver con la actividad docente.
11. Cantidad de cursos, talleres, conferencias o seminarios a los que asistieron en el último año y que tuvieran que ver con el área de contenido que imparten como docentes.

Estas preguntas fueron presentadas a la Inspección en física para su adaptación a las características de los docentes y a las características institucionales. Se realizaron ajustes para la administración del cuestionario.

Escalas de autonomía docente percibida y de apoyo docente percibido

Se realizó una adaptación de esta variable tal como es medida en por el Departamento de Educación de los Estados Unidos, por el Centro Nacional de Estadística Educativa (NCES, por sus siglas en inglés) equivalente al Instituto Nacional de Evaluación Educativo del Uruguay (INEED).

El NCES viene aplicando una encuesta desde 1987 hasta la fecha, con rediseños y adaptaciones a lo largo de los años, con diferentes preguntas dirigidas a los diferentes actores del sector educativo primario y secundario (National Center for Education Statistics, 2017). De esta encuesta se realizó un extracto de dos de las variables, se tradujeron y adaptaron a las características de la población uruguaya y a las particularidades institucionales del CEPT-UTU, con base a la consulta a un institucional.

Por autonomía percibida se entiende a la impresión que tienen los docentes respecto al grado de independencia en la selección de los materiales del curso, el contenido del curso, las técnicas de enseñanza, la formulación de las actividades académicas y la evaluación de los estudiantes. Para estas cinco preguntas los docentes podían responder a una escala de cinco puntos que iba desde "Ninguna autonomía" hasta "Total autonomía".

Por apoyo institucional percibido se entiende el grado de soporte que los docentes reciben por parte de la institución. Se les preguntó con respecto a: la formulación de las actividades académicas, la provisión de recursos para la realización de las actividades académicas y la formación continua orientada a la mejora de las prácticas de enseñanza. Los docentes podían responder a una escala de cuatro puntos que iba desde "Poco apoyo" hasta "Mucho apoyo".

Escala de motivación y actitud hacia la profesión de enseñanza

La escala sobre motivación y actitud hacia la profesión de enseñanza utilizada en el presente estudio, fue adaptada a partir del estudio de Mkumbo (2013) sobre los factores asociados con la motivación y el compromiso docente. La adaptación fue validada en cuanto a su contenido y traducción por un experto institucional, se ajustó a las características de la población uruguaya y a las características institucionales.

La escala estuvo compuesta por 18 ítems y las alternativas de respuestas estuvo en una escala de cuatro puntos, desde "Muy de acuerdo" hasta "Muy en desacuerdo". La redacción de los ítems era en sentido inverso con la variable, por lo que se invirtieron las puntuaciones para su análisis.

Se entiende por motivación y actitud hacia la enseñanza a aquellos factores que fueron considerados por los docentes para elegir la profesión de enseñanza (Mkumbo, 2013). En este sentido, puede concebirse como un componente vocacional de los docentes, puesto que contenía ítems referidos a factores directamente relacionados con la enseñanza.

Escala de compromiso docente

Esta escala también fue adaptada a partir del estudio de Mkumbo (2013) sobre los factores asociados con la motivación y el compromiso docente. La adaptación fue validada en cuanto a su contenido y traducción por un experto institucional, se ajustó a las características de la población uruguaya y a las características institucionales.

La escala estuvo compuesta por 17 ítems y las alternativas de respuestas estaban en una escala de cuatro puntos desde "Muy de acuerdo" hasta "Muy en desacuerdo". Los ítems 8, 9 y 10 estaban redactados en formato inverso, por lo que se invirtieron los puntajes para su análisis.

Se entiende por compromiso docente al grado de involucramiento de los docentes en su profesión, su disposición a participar en las actividades institucionales y a promover activamente el proceso de aprendizaje de los estudiantes (Mkumbo, 2013).

Escala de burnout docente

Se realizó una adaptación de la escala de burnout docente del Maslach Burnout Inventory (Maslach y Jackson, 1981). La adaptación fue validada en cuanto a su contenido y traducción por un experto institucional, se ajustó a las características de la población uruguaya y a las características institucionales.

La escala estuvo compuesta por 22 ítems y en formato de respuesta de frecuencia, con las siguientes alternativas de respuesta: Cada día equivalía a 7 puntos, Algunas veces a la semana a 6 puntos, Una vez por semana a 5 puntos, Un par de veces al mes a 4 puntos, Una vez al mes o menos a 3 puntos, Unas pocas veces al año a 2 puntos y Nunca a 1 punto. Los ítems 4, 7, 9, 12, 17, 18 y 19 estaban redactados en formato inverso por lo que se invirtieron los puntajes para su análisis.

Se entiende por burnout o agotamiento emocional, al grado de fatiga que los profesores pudieran experimentar ante las demandas del trabajo y en conjunción de otras exigencias que sobrepasan los recursos personales de afrontamiento (Maslach y Jackson, 1981).

Procedimiento

Luego de contactar a cada uno de los docentes por correo electrónico, se procedió a establecer un cronograma de entrevistas para aquellos que accedieron a participar en el estudio. Durante un mes se estuvieron realizando las entrevistas de manera individual. En primer lugar, se hicieron las preguntas de la entrevista semiestructurada, se registraron las respuestas y posteriormente se administró el resto de los instrumentos por medio de la aplicación Google Forms. De esta manera se obtuvo la base de datos de las respuestas y el registro de las respuestas a las preguntas de la entrevista.

Se procedió a realizar un análisis descriptivo de las diferentes variables del estudio, por medio del programa estadístico SPSS versión 20. El análisis de contenido de las respuestas a la entrevista se realizó por medio de conteo de las frecuencias de cada palabra, concentrando el análisis en las primeras dos palabras con mayor frecuencia, sin considerar artículos, conjunciones o preposiciones.

Resultados

De la entrevista semiestructurada

Respecto a la primera pregunta: ¿Cómo describiría lo que es ser docente?

La palabra que más frecuentemente fue empleada por los docentes para describir lo que significa para ellos ser docente fue “ser”, lo que posiblemente fue inducido por la pregunta tal como está redacta. El verbo “ser” es utilizado para definirse como actor educativo y parte del proceso de formación de otros, es un modo de verse como parte de un todo, como un elemento dentro de un engranaje orientado al mismo propósito, la formación de otros. También es empleado para definirse como guía, como aquel que orienta el camino de otros. Esto implica el tener disposición a enseñar conocimientos y también a mostrar experiencias profesionales como recursos para el proceso de enseñanza y aprendizaje; la sensibilidad como para adaptarse a las necesidades de formación particulares de cada grupo. También estuvo asociado a un componente motivacional, a la pasión por enseñar.

Tabla 1. Para la palabra “Ser”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cómo describiría lo que es ser docente?

Palabra	Ejemplos
Ser	“... ser un actor educativo...”
	“... ser un guía...”
	“... ser docente implica estar dispuesto a enseñar lo que se aprendió y las experiencias...”
	“... ser docente de física es mostrarles lo que me apasiona...”

La segunda palabra con mayor frecuencia fue “dar”, que indica el modo como conciben el ser docente. Este “dar” se refiere a proporcionar consejos o herramientas cuando está dirigido hacia los otros. La otra acepción tiene un componente disposicional, el *dar* lo mejor a los estudiantes.

Tabla 2. Para la palabra “Dar”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cómo describiría lo que es ser docente?

Palabra	Ejemplos
---------	----------

Dar	“... dar algún consejo...” “... dar consejos instrumentales...” “... dar lo mejor de vos...”
-----	--

Respecto a la segunda pregunta: ¿Cuáles son los principales problemas que ha encontrado en su labor como profesor de CEPT-UTU?

El principal problema señalado fue el “nivel” con el que vienen los estudiantes a los estudios terciarios, señalan las diferencias en la formación entre quienes han estudiado ciencias y quienes no. Esta falta de base hace que sea más difícil seguir lo programado y demanda de parte de los docentes hacer esfuerzos por adaptar el proceso de enseñanza para cubrir algunas deficiencias en los estudiantes.

Tabla 3. Para la palabra “Nivel”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cuáles son los principales problemas que ha encontrado en su labor como profesor de CEPT-UTU?

Palabra	Ejemplos
Nivel	“... no tienen el <i>nivel</i> adecuado al año en que están...” “... hay grandes desniveles en la procedencia...”

En segundo término, señalan la dificultad en materia de infraestructura, el déficit de laboratorios para las prácticas. Seguido de esto está, la poca comunicación entre los docentes y la manera cómo esto impacta negativamente en el uso de buenas prácticas de enseñanzas. La falta de integración entre los docentes puede ser en parte debido al manejo administrativo de las horas, a cómo se asignan, que hace difícil la construcción de un sentido de pertenencia y por ende dificulta la integración entre los docentes.

Respecto a la tercera pregunta: ¿Cómo se les ha dado respuestas a estos problemas?

Los docentes consideran que se necesita hacer “más” de lo que se ha hecho, por ejemplo, en materia de infraestructura reconocen avances, pero lo ven como insuficientes, sobre todo en los laboratorios para las prácticas. Les parece que se necesitan cursos de “nivelación” para los estudios, puesto que los esfuerzos tendientes a suplir déficits en conocimientos básicos son vistos como parcelados e insuficientes.

Tabla 4. Para las palabras “Más” y “Nivelación”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cómo se les ha dado respuestas a estos problemas?

Palabra	Ejemplos
Más	“... tenemos más edificios, los edificios fueron mejorados, pero aún falta pila...”
Nivelación	“... tal vez lo mejor es darle respuesta más profunda, como nivelación...”

Respecto a la pregunta: ¿Cuáles son las principales necesidades que tienen los estudiantes?

Se señala como la principal dificultad el “estudiar”, el saber cómo “estudiar” y el darle valor a los estudios.

Tabla 5. Para la palabra “Estudiar”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las principales necesidades que tienen los estudiantes?

Palabra	Ejemplos
Estudiar	“... aprender a estudiar...” “... ellos no tienen muy claro de que ellos tienen que estudiar...”

Respecto a la pregunta: ¿Cómo se han atendido estas necesidades?

Para responder a este planteamiento, las palabras con mayor frecuencia fueron: “estudiante” y “problema”. La primera, para referirse a acciones orientadas directamente a hacia los estudiantes, como la creación de la unidad de atención al estudiante. La segunda, para indicar que las dificultades relacionadas con los estudiantes van más allá de las posibilidades institucionales, al tratarse más de un problema del sistema educativo.

Tabla 6. Para las palabras “Estudiante” y “Problema”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Cómo se han atendido estas necesidades?

Palabra	Ejemplos
Estudiante	“... se creó una unidad de atención al estudiante...” “... todo el tema de educación en proyectos ha intentado apuntar a eso...” “... no tiene cómo, porque en realidad es un problema generado por la sociedad...”
Problema	“... tenemos un problema, que a veces nuestra área está centrada en la industria y si ésta no tiene el avance tecnológico, no ayuda a los estudiantes...”

Respecto a la pregunta: ¿Qué otras acciones consideras que deben realizarse para atender a estas necesidades?

Resaltaron como más frecuentes las palabras: “docente” y “más”, al responder a esta pregunta. La primera palabra asociada a acciones que debería realizar el docente para atender a las necesidades de los estudiantes, particularmente la creación de la figura docente de apoyo, algo que ya existe en CEPT-UTU pero que algunos de los docentes entrevistados desconocen. La palabra “más” asociada a la idea de que se necesita ampliar lo que ahora se está haciendo para ayudar a los estudiantes, como la oferta de cursos de formación docente.

Tabla 7. Para las palabras “Docente” y “Más”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Qué otras acciones consideras que deben realizarse para atender a estas necesidades?

Palabra	Ejemplos
Docente	“... plantear alguna ayuda, como docente para apoyo...” “... desde mi punto de vista estaría bueno que hubiera un docente como referente de apoyo...” “... que nosotros los docentes tengamos más cursos de aprendizajes...”
Más	“... hacer algo para que vean cuán importante es, capaz con eso se comprometen más...”

Respecto a la pregunta: ¿Quién o quiénes serían los principales actores en la atención a estas necesidades?

Al responder a este planteamiento, surgieron con mayor frecuencia las palabras “docente” e “institución”. La palabra docente fue utilizada en un sentido pasivo, ellos como receptores de acciones institucionales orientadas a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. La segunda palabra “institución”, reafirma la visión de que es ésta la que debe idear programas y actividades para atender a las necesidades de los estudiantes.

Tabla 8. Para las palabras “Docente” e “Institución”. Ejemplos de respuesta a la pregunta ¿Quién o quiénes serían los principales actores en la atención a estas necesidades?

Palabra	Ejemplos
Docente	“... principalmente quienes hacen los programas, plantear las necesidades de los docentes...” “... nuestros superiores y llamar a los docentes...”
Institución	“... que se procure que la institución mantenga ciertos niveles...” “... la institución educativa entera...”

De autonomía académica y apoyo institucional

Respecto al grado de autonomía académica se encontró que: los docentes tienden percibirse con independencia en la preparación de las clases, la selección de los materiales y las evaluaciones. El recorrido de la variable iba de 5 como puntuación mínima posible y 25 como puntuación máxima posible. En la tabla 10 se puede ver que la puntuación mínima obtenida fue 17, y la máxima 25, con nueve de los 11 docentes con una puntuación por encima de 20, que corresponde a la parte superior del recorrido de la variable.

Tabla 9. Frecuencias simples obtenidas en la escala de autonomía académica

Puntuaciones	Frecuencia
17	1
18	1
21	5
22	1
23	1
24	1
25	1

Respecto al grado de apoyo institucional percibido se encontró que: siete docentes de los 11 obtuvieron una puntuación de seis o siete, considerando que el recorrido de la variable iba desde 3 como puntaje mínimo posible hasta 12 como puntuación máxima posible. Los restantes cuatro docentes obtuvieron una puntuación de ocho o más en esta escala. Tienden a percibir apoyo institucional, aunque la mayoría se ubica en la parte central del recorrido de la variable.

Tabla 10. Tabla de frecuencias de la escala de apoyo institucional percibido

Puntuaciones	Frecuencias
6	4
7	3
8	1
9	1
10	2

Con respecto a motivación y actitudes hacia la enseñanza, compromiso docente y burnout

Los docentes reportaron motivaciones y actitudes positivas hacia la enseñanza. La media de las puntuaciones estuvo ubicada en la parte superior del recorrido de la variable ($\bar{X} = 59,18$; $S_x = 4,09$) que iba desde 17 a 68 como puntuaciones mínima y máxima posible, respectivamente.

Respecto a compromiso docente se observó un resultado similar, con una media ubicada también en la parte superior del recorrido de la variable ($\bar{X} = 60,36$; $S_x = 6,33$), que iba también desde 17 a 68 como puntuaciones mínima y máxima posible, respectivamente.

Por último, los docentes tuvieron puntuaciones medias con respecto a los criterios de interpretación de la escala de burnout, con una media ubicada en la parte baja del recorrido de la variable ($\bar{X} = 37,09$; $S_x = 10,94$), que iba desde 22 hasta 154 como puntuaciones mínima y máxima posible, respectivamente. Seis de los 11 docentes tuvieron una puntuación de 33 o menos, dentro del rango de bajo agotamiento emocional; mientras que los cinco docentes restantes obtuvieron una puntuación entre 40 y 54, dentro del rango considerado como de nivel medio en agotamiento emocional.

Conclusiones y recomendaciones

Los docentes de física en el nivel terciario del CEPT-UTU, se identifican como guías de los estudiantes y en tal sentido, ven la necesidad de que la institución idea formas de mejorar o compensar su nivel, para mejorar el aprovechamiento académico. Aunque se ven como parte de la institución, valoran como deseable que mejore la integración entre los docentes. Concentran su trabajo docente en el CEPT-UTU, se perciben con autonomía para la realización de las diferentes actividades y con apoyo institucional. Poseen una motivación y actitud positiva hacia la enseñanza, con involucramiento hacia la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje y con niveles medio bajos de agotamiento emocional.

Los resultados de este estudio sirven como insumo a la Inspección en física del CEPT-UTU para el diseño de actividades de apoyo docente, tendiente a la mejora de la calidad de la enseñanza, particularmente en la integración de los docentes para que pueden identificarse y compartirse mejores prácticas de la pedagogía en física. Esta mayor integración favorecerá la identidad institucional, el compromiso y potenciará la figura del docente como un referente vocacional.

Referencias

- Acuña, F. (2015). Incentivos al trabajo profesional docente y su relación con las políticas de evaluación e incentivo económico individual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 41(1), 7-26.
- Maslach, C., y Jackson, S. (1981). *Maslach Burnout Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Martínez, C. (2016). Deconstrucción del "buen profesor". Análisis de las características formales y no formales de la docencia universitaria. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 22(2), art. 4; 1-14.
- Memeri, N., Mahdieh, O., y Marnani, A. (2013). The impact of organizational commitment on employees job performance: "A study of Meli bank". *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 5(5), 164-171.
- Mkumbo, K. (2013). Factors associated with teachers` motivation and commitment to teach in Tanzania. *Journal for Educational Sciences y Pscychology*, LXV(1), 58-71.
- National Center for Education Statistics. (01 de Agosto de 2017). National Teacher and Principal Survey. Obtenido de National Center for Education Statistics: <https://nces.ed.gov/surveys/ntps/overview.asp>
- Oviedo, P. (2007). Hacia una evaluación cualitativa en el aula. *REencuentro. Análisis de problemas universitarios*, 9-19.
- Triadó, X., Chueca, P., Freixa, M., y Torrado, M. (2015). Satisfacción y motivación del profesorado en el primer curso en grados de ciencias sociales. *REDU Revista de docencia universitaria.*, 13(1), 203-229.
- Vázquez, A., y Manassero, M. (2009). La vocación científica y tecnológica: predictores actitudinales significativos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 6(2), 213-231.
- Vegas, E. (2005). *Incentives to improve teaching: Lessons from Latin American*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Yucel, I., y Bektas, C. (2012). Job satisfaction, organizational commitment and demographic characteristics among teachers in Turkey: Younger is better? *Procedia: Social and Behavioral Sciences* , 46, 1598-1608.

Datos de los autores

Autor 1: Es profesor de análisis de datos y psicología social en la Universidad Católica del Uruguay. Tiene experiencia en asesoramiento psicológico en contextos de educación superior y en investigaciones orientadas a la intervención psicoeducativa.

Autor 2: Es Inspectora de Física del CEPT-UTU, con amplia experiencia docente en ciencias básicas y su didáctica. integrante del Comité Académico del Posgrado de Especialización en Física, ANEP-UdelaR.

Tecnólogo en Mecatrónica Industrial

Autores: Martín Pomar García, Marcelo Ubal, Carmen Aguirre, Cindy Ortiz, Melody García, Maximiliano Gómez, Cristiano Henrique Shuster and Leonel Paes Furtado

1. Resumen

En esta ponencia, presentamos la propuesta de la Carrera Tecnólogo en Mecatrónica Industrial que se encuentra en marcha en el Plan de estudios de UTEC Rivera, la cual busca desarrollar en los estudiantes conocimientos, capacidades humanas, personales e interpersonales y el saber hacer técnico, científico y profesional, a los efectos de alcanzar un buen nivel de inserción laboral que le permita insertarse en el contexto donde actúan y con las condiciones de continuar estudios a lo largo de su vida profesional.

Si bien en esta instancia la carrera de Tecnólogo en Mecatrónica Industrial no es binacional, en función de su proyección detallaremos a continuación una serie de antecedentes vinculados a la binacionalidad educativa que sustenta el trabajo colectivo, así como el compromiso de profundizar el vínculo entre ambos países.

Asimismo, se realizará un punteo de los objetivos generales y específicos de la Carrera en Uruguay y en la Región, el Marco regulatorio entre Uruguay y Brasil, la propuesta curricular, y los principales ejes didácticos-educativos, así como la modalidad de enseñanza pensada para esta Carrera en particular en el norte del país.

2.1 Marco regulatorio Uruguay-Brasil

El conjunto de acciones y acuerdos firmados entre las instituciones de ambos países tienen como marco regulatorio los siguientes:

- Acuerdo Básico de Cooperación Científica y Técnica entre el Gobierno de la República Federativa del Brasil y el Gobierno de la República Oriental del Uruguay, firmado en la Ciudad de Rivera el 12 de junio de 1975.
- Acuerdo entre el Gobierno de la República Federativa del Brasil y el Gobierno de la República Oriental del Uruguay para la creación de Escuelas y/o Institutos Binacionales Fronterizos Profesionales y/o Técnicos y para la Habilitación de Cursos Técnicos Binacionales Fronterizos, firmado en Brasilia el 01 de abril de 2005.
- Estatuto Jurídico de la Frontera entre Brasil y Uruguay, firmado el 20 de diciembre de 1933 y su Ajuste Complementario, del 06 de mayo de 1997, así como el Acuerdo sobre Permisos de Residencia, Estudio y Trabajo para los Nacionales Fronterizos Uruguayos y Brasileños, suscrito el 21 de agosto de 2002.
- Ley Nº 18.158, del 30/07/07, por la cual Uruguay homologa el Acuerdo entre el Gobierno de la República Federativa del Brasil y el Gobierno de la República Oriental del Uruguay la Creación de Escuelas y/o Institutos Binacionales Fronterizos Profesionales y/o Técnicos y la Habilitación de Cursos Técnicos Binacionales Fronterizos, suscrito en Brasilia el 01 de abril de 2005.

2.2 Convenios y acuerdos entre CETP/UTU-IFSUL-UTECE

Por medio de diversos acuerdos firmados con los países de la región de frontera, la Secretaría de Educación Profesional y Tecnológica (SETEC) del Ministerio de Educación (MEC) de Brasil, lanza el proyecto “Escolas Profissionais de Fronteira”, el cual tuvo por objetivo crear propuestas de educación técnica en las fronteras de Brasil con los países vecinos. La primera experiencia en este sentido comenzó en 2006 por iniciativa del entonces Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas, el cual ahora es el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología Sul-Rio-Grandense (IFSul) y del Consejo de Educación Técnico Profesional de la Universidad del Trabajo del Uruguay (CETP-UTU), con el apoyo de la Agencia Brasileira de Cooperación (ABC).

2.3 Principios que orientan el proyecto de concretar carreras binacionales

La localización fronteriza, los actos legales y la asociación interinstitucional de países soberanos y distintos, no implica necesariamente la generación de propuestas binacionales. Un instituto puede estar localizado en la frontera y su visión estar dirigida a un único país o reducir el vínculo a una simple oferta de cupos para estudiantes extranjeros.

En nuestra construcción y metodología de trabajo, desarrollamos elementos que nos permiten hablar de una real identidad de carreras binacionales. Veamos a continuación algunos de los principios de las carreras binacionales creados a partir de las peculiaridades de la región de frontera y de las necesidades de las instituciones asociadas:

Principios de la fundamentación de los programas:

- Definición conjunta de políticas y áreas educacionales y laborales estratégicas para la integración educativa.
- Relevamiento de las demandas del sector laboral en ambos lados de la frontera a partir de un diagnóstico del espacio transfronterizo, y consulta a los sectores públicos, productivos y comunidad fronteriza.

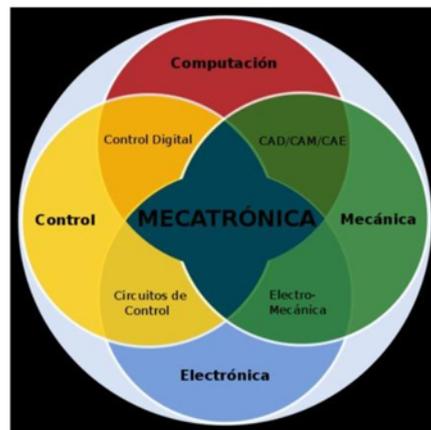
Principios para el diseño del plan de formación:

- Definición del perfil del egreso que atienda a las demandas del contexto fronterizo, cargas horarias mínimas y demás exigencias de formación en consonancia a los catálogos existentes en cada sistema educacional nacional.
- Armonización y equivalencia entre los niveles de enseñanza en ambos países, tanto para el ingreso como para la titulación de los graduados.
- Discusión y acuerdos sobre los contenidos programáticos de modo que contemplen las bases científicas y tecnológicas exigidas en cada país.
- Construcción conjunta de los proyectos pedagógicos, los cuales deben ser aprobados en las instituciones asociadas, comparando y discutiendo metodologías de enseñanza y evaluación más pertinentes para el plan de estudios.
- Promoción de metodologías de enseñanza-aprendizaje que privilegien el diálogo, la tolerancia a la multiculturalidad y el intercambio de experiencias y culturas.
- Definición del portugués y del español como lenguas maternas, permitiendo que los estudiantes y profesores utilicen cualquiera de estos idiomas en las actividades de enseñanza, investigación y extensión o vinculación con el medio.
- Todas las unidades curriculares del plan de estudios deberán considerar los aspectos y normativas vigentes que regulen la actividad profesional en la que forma el plan de estudios en ambos países.

Fundamentación del plan de estudios

3.1 Fundamentación de la formación en el área

La Mecatrónica Industrial se conceptualiza como el proceso de control y automatización de procesos electromecánicos. Siendo un área que se articula con las nuevas áreas de la ingeniería, la Mecatrónica promueve una fuerte integración entre la programación, el software y el hardware embarcados, los sistemas de control y accionamientos eléctricos, la comunicación y la robótica. La siguiente imagen ilustra¹⁶ la integración a la que se hace referencia:



La Mecatrónica ha permitido a los países industrializados acelerar el ritmo de crecimiento permitiendo una producción más eficiente. Los robots y demás sistemas de automatización de la producción basados en "Computer Integrated Manufacturing" (CIM), han transformado también la demanda laboral, disminuyendo la demanda de fuerza laboral no calificada y aumentando la de personal especializado. Nuestro país no es ajeno a este fenómeno de especialización tecnológica en la industria. La evolución de estos procesos industriales, la necesidad de agilizar, optimizar y uniformizar la producción han determinado que la Mecatrónica gane cada vez mayor protagonismo.

En ese sentido, la mecatrónica se encuentra entre las diez tecnologías emergentes por su importancia respecto al aporte tecnológico que implica la sinergia de varias ramas del saber, para enfrentar los grandes problemas de la humanidad. Según un artículo publicado por la revista Technology Review MIT¹⁷, sobre las diez nuevas tecnologías que cambiarán al mundo en el siglo XXI, la ingeniería mecatrónica se haya ubicada en la posición número cuatro.

Esto muestra la importancia estratégica que tiene poder acompañar estos procesos de cambio, atendiendo esencialmente tres necesidades existentes en el sector industrial:

1. Mejorar la eficiencia productiva por la vía de automatizar la maquinaria y los procesos.
2. Poder crear productos más sofisticados que respondan a las necesidades actuales.

¹⁶ Tomado de <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/electronica/Documents/FolletoMecatronica.pdf>

¹⁷ <http://www2.technologyreview.com/featured-story/401775/10-emerging-technologies-that-will-change-the/>

3. Armonizar la mecánica y la electrónica presente en la maquinaria industrial. Esta armonización llega a aspectos tales como el desarrollo de una terminología propia para esta disciplina, que facilita el trabajo en un área que integra y se nutre de varias.

En este sentido, la UTEC llevó adelante varios estudios¹⁸, que fueron un insumo básico para concluir que la formación en Mecatrónica tiene una importancia estratégica para Uruguay. A su vez, el Consejo de Educación Técnico Profesional creó el Centro Agroindustrial Modular de Excelencia (CAIME), para la formación en Mecatrónica de sus estudiantes, con sede en el LATU, Montevideo.

3.2 Relevamiento de los sectores productivos que demandan profesionales en Mecatrónica

En el Uruguay, de acuerdo a datos del Censo Poblacional de 2011¹⁹, viven 3.286.314 personas. A continuación se numera la población que habita en cada uno de los departamentos fronterizos, de acuerdo a datos de la misma fuente:

Departamento	Población (número de habitantes)
Artigas	73.378
Cerro Largo	84.698
Rivera	103.493

Importancia de la mecatrónica para el sistema productivo

- Agroalimentario: industria láctea y agrícola
- Explotación de recursos naturales: agrícolas, forestales, mineros, hídricos
- Transformación de materias primas
- Producción energética: solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, nuclear
- Tratamiento de aguas y desechos: depuradoras, incineradoras, plantas potabilizadoras y desalinizadoras
- Industria química: farmacéutica, cosmética, petroquímica
- Industrias de embalado y acondicionamiento
- Robótica

¹⁸ Belén Baptista y Victoria Tenenbaum, Consultoría: Relevamiento de Capacidades re-lativas a la Formación Terciaria en áreas claves para el desarrollo de la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), Primer Informe de Avance, Junio 2013.

Belén Baptista y Victoria Tenenbaum, Consultoría: Relevamiento de Capacidades rela-tivas a la Formación Terciaria en áreas claves para el desarrollo de la Universidad Tec-nológica del Uruguay (UTEC), Segundo Informe de Avance, Octubre 2013.

¹⁹ <http://www5.ine.gub.uy/censos2011/index.html>

- Domótica: seguridad, alarmas, supervisión de instalaciones
- Fabricación y distribución de productos manufacturados: mecánica, autopartes, aeronáutica
- Realización de equipamiento de prestación de servicios a personas: equipos de ayuda para personas discapacitadas, instrumentación médica
- Instalaciones de control de espectáculos y entretenimiento
- Transportes: regulación y optimización del tráfico.

De lo anterior, y de acuerdo al relevamiento de capacidades relativas a la formación terciaria, realizada por la UTEC²⁰, se puede acceder a una síntesis de datos recabados en una encuesta realizada a empresas por personal durante el año 2014. Un primer análisis de estos datos permite concluir la necesidad de una formación “generalista en automatismos”, la cual debe posibilitar la formación de un profesional de nivel terciario con una sólida base científica debidamente articulada con la capacidad y creatividad para la solución de los diferentes problemas que surjan en la industria.

4. Objetivos de la Carrera

4.1 Objetivo general

La Carrera busca formar integralmente a profesionales con los conocimientos necesarios, que le permitan desarrollar las competencias que se requieren para actuar de manera efectiva en la automatización de procesos electromecánicos y de los procesos de producción en distintos sectores. Tendrá además una visión global sobre el sector y los recursos tecnológicos, proactividad, compromiso social y ética profesional, que le posibilite insertarse laboralmente en los contextos productivos de la región.

4.2 Objetivos específicos

Contribuirá a:

- Formar al estudiante en la automatización de los diferentes procesos industriales.
- Desarrollar competencias para implementar, operar, mantener y supervisar sistemas mecatrónicos.
- Desarrollar las competencias para el trabajo autónomo y de supervisión de proyectos mecatrónicos.
- Formar desde una perspectiva interdisciplinaria en el trabajo con diferentes actores, en contextos nacionales, regionales e internacionales.

²⁰ Relevamiento de Capacidades relativas a la formación terciaria en áreas claves para el desarrollo de la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC). Informe Regional Norte

4.3 Duración

Duración de la Carrera	3 (tres) Años
Semanas por módulo	18
Carga horaria en disciplinas obligatorias	2093 h
Pasantía obligatoria	no
Carga horaria complementaria	75 h
Carga Horaria Total Mínima de la Carrera	2160 h

5. Perfil de egreso y plan de estudios

5.1 Perfil de ingreso a la Carrera

Al tener en cuenta la diversidad de formaciones, estará disponible a todos los estudiantes, de forma opcional, un programa de ciencias básicas impartido en la modalidad virtual por UTEC. Podrán ingresar directamente a la Carrera de Tecnólogo en Mecatrónica, los egresados de la educación media superior del Consejo de Educación Secundaria (CES) y del Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP) con formación científica.²¹

5.2 Descripción del Plan de Estudios

Esta Carrera se diseñó a través del enfoque curricular por competencias, tendrá una duración de tres años. Es una propuesta que contempla la formación continua en su diseño, a los efectos de generar las condiciones de llegar a un nivel de especialización avanzada en el área:

1. **líneas curriculares** son aquellas que cruzan a lo largo del trayecto tomando en cuenta las siguientes tipologías:
 1. formación troncal desde el enfoque teórico-práctico
 2. formación de soporte integrada por disciplinas y metodologías que dan soporte a la formación troncal
 3. formación profesional para desarrollar las competencias profesionales de egreso
 4. formación complementaria que se traduce en las competencias de sello institucional, las lingüísticas y tecnológicas.

²¹ En el caso de haber mayor número de inscriptos que cupos se hará un sorteo realizado por UTEC / CETP-UTU.

2. **ejes curriculares** son aquellos que orientan en cada período académico a las diferentes unidades con un determinado objetivo de aprendizaje que se ubica en este caso en los talleres integradores.

Apuntando a un marco curricular que responda al perfil de egreso del Tecnólogo en Mecatrónica Industrial, se tuvo en cuenta el hecho de integrar la Ingeniería Mecatrónica al estudio de materiales, productos y procesos, desde un abordaje tecnológico y multidisciplinar. La propuesta metodológica y de enseñanza, contempla diferentes áreas del conocimiento en relación a la manufactura, reconocimiento de materiales, aleaciones, procesamiento informático, programación, identificación de variables, diseño de procesos, aplicación y empleo de diversos tipos de materiales y control.

A nivel docente e institucional, resulta de especial interés que esta experiencia pedagógica, didáctica y disciplinar, se pueda extender a nivel nacional e internacional a través de actividades de divulgación: cursos, talleres, seminarios, publicaciones en revistas arbitradas, para una continua evaluación académica y revisión del proceso y sus resultados.

6. Marco pedagógico y ejes para la evaluación

6.1 Propuesta Metodológica

Esta Carrera tiene como diseño metodológico fundamental el trabajo colaborativo e integrado de conocimientos a través de diferentes actividades. La Carrera cuenta con una modalidad de trabajo a través de proyectos integradores de conocimiento. Los proyectos integradores pueden ser realizados a través de una investigación tecnológica, un estudio de caso, simulación de situaciones problema, estudio técnico específico, entre otras. El trabajo a través de estas modalidades aporta a que el proceso educativo sea dinámico, posibilitando que estudiante desarrolle el espíritu crítico e innovador, actuando en equipo y aprendiendo a aprender de modo autónomo y actuante.

Para el desarrollo de los cursos, los docentes implementarán aquellas metodologías de enseñanza presencial y a distancia que conduzcan al aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas, mapas conceptuales, talleres y el uso de recursos digitales, entre otras. A continuación se presenta una breve descripción de las más relevantes que serán implementadas por los docentes en su primera versión, estas son:

- **Lluvia de ideas:** crea oportunidades para que los estudiantes mejoren sus habilidades de visualización y percepción, comunicación, escucha, concentración.
- **Mapas conceptuales:** ayuda a la comprensión de lecturas complejas tanto a estudiantes visuales como auditivos cuando la lectura se hace en voz alta.
- **Encare de problemas:** permite que los estudiantes aprendan los contenidos de un programa o una parte de este, de forma activa, promoviendo el autocontrol y auto organización del trabajo.

- **Árbol de problemas:** (metaplan) Permite conocer, analizar e interpretar un problema, fenómeno o situación desde un abordaje complejo que integra las causas, la definición del problema central y posteriormente las consecuencias.
- **Resolución de problemas:** estimula la reflexión crítica, el análisis, la síntesis y desarrolla la capacidad de tomar decisiones. Integra diferentes estilos de aprendizaje.
- **Estudio de casos:** Es una técnica grupal que fomenta la participación del estudiante para desarrollar actividades, promover el espíritu crítico y la toma de decisiones.
- **Aprendizaje en base a problemas: (ABP)** Es un proceso de construcción de conocimiento que realizan los estudiantes para encontrar, mediante la investigación, la solución al problema que se está analizando.
- **Grupos de estudio y de reflexión:** Es una técnica de trabajo colaborativo para la construcción colectiva de respuestas que se aconseja utilizarla cuando existan asignaturas cuyo porcentaje de reprobados sea muy alto, o en el caso que alguno de los contenidos del programa los estudiantes presenten dificultades.

6.2 Educación presencial y acompañamiento a distancia

El uso de plataformas (Moodle) para la consecución de actividades virtuales y a distancia (tareas colaborativas, wikis, foros de discusión, cuestionarios en línea), contribuye a la realización de actividades en forma sincrónica y asincrónica. Este paradigma se asocia a una estrategia inclusiva, que no solamente asocia el capital tecnológico al flujo económico, sino al conocimiento y al 'saber-hacer' que le otorga sentido al proceso de enseñanza y aprendizaje (Ramírez 2015), y a un mejor aprovechamiento y organización del tiempo de estudio por parte del alumno.^[7]

Proponemos una selección de contenidos curriculares con participación de la comunidad académica, visitas de profesionales, salidas a industrias, considerando la formación del futuro tecnólogo. La modalidad de trabajo se ha planificado desde una perspectiva integradora, donde el cuerpo docente apuesta a la innovación educativa y a la formación permanente, en un marco metodológico que le proporcione alternativas diversas para operar variables y establecer la toma de decisiones a nivel pedagógico.^[8] Desde el punto de vista tecno-científico, se valorará el trabajo práctico, orientado a las actividades de laboratorio, la presentación de informes y el diseño de propuestas que viabilicen y estimulen el aprendizaje profundo de contenidos científicos y tecnológicos.

6.3 Asignaturas

En la tabla que se muestra la malla curricular actual, con el detalle de las unidades curriculares ofrecidas, así como la carga horaria de cada una de ellas y la cantidad de créditos que posee.

LINEAS CURRICULARES	1º AÑO		2º AÑO		3º AÑO	
	1º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES	2º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES	3º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES	4º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES	5º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES	6º SEMESTRE UNIDADES CURRICULARES
Linea Troncal Académica	Programación					
	Química	Ciencia de los Materiales				
			Señales y Sistemas	Introducción a la Teoría de Control		
			Cálculo Numérico			
				Mecánica Aplicada a Máquinas		
					Hidráulica y Neumática	
Troncal de Formación Profesional		Herramientas CAD 2D	Herramientas CAD 3D			
		Diseño Lógico		Microcontroladores		
				Teoría de Circuitos y Amplificadores Operacionales	Electrónica Aplicada	
					Instrumentación y Medidas eléctricas	
					Informática Industrial 1	Informática Industrial 2
						Robótica
Espacio de Integración/ Profesionalización*	Introducción a la Mecatrónica Industrial	Proyecto Integrador				Proyecto Fin de Carrera
Linea de Soporte	Cálculo 1	Cálculo 2	Cálculo 3			
	Geometría Analítica y Álgebra Lineal					
		Física 1	Física 2			
				Fenómenos de Transporte		
Libre Configuración	Programas Especiales**	Programas Especiales**	Programas Especiales**	Programas Especiales**	Programas Especiales**	Programas Especiales**
Formación Lingüística	Inglés I	Inglés II	Inglés III	Inglés IV	Inglés V	Inglés VI
	Comunicación y Expresión (Español / Portugués)					
Ejes Curriculares	EJE 1: Fundamentos Básicos, Introducción a la Mecatrónica ÁREA DE DOMINIO I, II Y III NIVEL BÁSICO		EJE 2: Implementar estrategias para la mejora del rendimiento de instalaciones y/o maquinaria automatizada. ÁREA DE DOMINIO II		EJE 3: Instalar y poner en servicio maquinaria automatizada, Supervisar y/o participar de proyectos Mecatrónicos. ÁREA DE DOMINIO I Y III	

* La línea "Espacio de Integración/Profesionalización" se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento General de Estudio y la Circular correspondiente

** Programas Especiales son actividades puntuales optativas y obligatorias que se pueden tomar en algunos de los semestres señalados en la grilla en cada tramo de formación, de acuerdo con el reglamento estudiantil vigente y las circulares correspondientes

Conclusiones

Si bien se ha comenzado con la fase inicial en el lanzamiento de la Carrera en Rivera, la posibilidad de contar con convenios realizados con Universidades brasileñas, le dará un marco institucional y disciplinar que proveerá al futuro Tecnólogo en Mecatrónica Industrial, de las herramientas y el marco regulatorio regional para desempeñarse como un profesional de alto nivel.

Se continuará trabajando en un perfil de egreso que responda a las demandas regionales y a la conformación de un Tecnólogo capaz de desarrollar su labor y experticia en el ámbito industrial, no solamente contando con las credenciales imprescindibles, sino con la formación en el área que le permita además de aplicar contenidos, desarrollar conocimientos.

La eventualidad de coordinar entre asignaturas estableciendo una modalidad de trabajo por proyecto, constituye el eje medular para fomentar prácticas de trabajo conjunto y aprendizaje guiado, donde el estudiante se relaciona directamente con el contenido y tiene la oportunidad de tomar decisiones en lo relativo a la forma de adoptar modalidades de estudio e interactuar con el conocimiento.

Bibliografía

Antonio, A. R. J. (2005). Propuesta de Manual de contenidos de los Proyectos de fin de carrera de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

Pérez, M. M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180.

Ponsa, P., & Català, A. (2001). Actividades docentes en mecatrónica. *XXII Jornadas de Automática*.

Ramírez, A., & Casillas, M. (2014). Háblame de TIC. *Tecnología digital en la educación superior*. Argentina: Editorial Brujas-Socialtic. Recuperado de <http://www.uv.mx/personal/albrami-rez/2014/08/01/hablamedetic>.

Webgrafía

- La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas: http://www.ub.edu/dikasteia/LI-BRO_MURCIA.pdf (Accesado 11/2016)
- 10 Emerging Technologies that will change the world
<http://www2.technologyreview.com/news/401775/10-emerging-technologies-that-will-change-the/2/> (Accesado 11/2016)
- Instituto Nacional de Estadística: Censo 2011: <http://www5.ine.gub.uy/censos2011/index.html> (Accesado 11/2016)

“Mil colores de la miel...En la búsqueda de promover vocaciones científicas”

María Gabriela Tamaño^(1,a), María Julieta Bof^(1,b), María Cristina Cayetano^(1,c), Rodolfo H. Maffioly^(1,d), Mario Pisonero^(1,e)

1. Facultad de Ciencias de la Alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos, Concordia, Entre Ríos.

(a) tamanog@fcal.uner.edu.ar, (b) bofj@fcal.uner.edu.ar, (c) mariaccayetano@hotmail.com, (d) maffiolyr@fcal.uner.edu.ar (e) filiel@arnet.com.ar

Eje temático: 3 ¿Cómo despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

Es compartida la preocupación por la baja matrícula en carreras científicas en la Argentina. La problemática que afecta el interés y motivación para aprender Física es muy compleja, las causas pueden interpretarse desde diversas miradas, entre las que destacamos debilidades en la enseñanza de las ciencias básicas en la escuela secundaria. En particular, la Física se desarrolla todavía como una asignatura alejada de la vida cotidiana con escasas participaciones y experiencias de los alumnos. En el presente trabajo se describe la experiencia de la puesta en ejecución del taller “Los Mil Colores de la Miel” desarrollado en el marco del proyecto “El Físico y los Alimentos” aprobado por la Asociación Física Argentina, para el incentivo de las vocaciones científicas. La divulgación de actividades científicas desarrolladas en la Universidad, es un factor a impulsar para acercar la ciencia del laboratorio, del investigador, a las ciencias básicas. Estudiantes de secundaria y de formación docente de Concordia participaron en actividades experimentales desarrolladas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Alimentación. Los objetivos planteados fueron “los estudiantes reconozcan fenómenos físicos en alimentos, desarrollen destrezas y habilidades en la realización de actividades experimentales, identifiquen variables que afectan un fenómeno físico, interpreten modelos físicos aplicados al comportamiento de los alimentos estudiados”. Se realizó una revisión sobre los fundamentos de la física del color, aplicados a los colores de los alimentos; destacando la importancia de este parámetro como indicativo de la calidad comercial de un alimento. Se midieron colores de mieles de la zona, con colorímetro de PFund, y se realizó una puesta en común e interpretación de los resultados obtenidos que permitieron clasificar las muestras de mieles analizadas en base a su color. Al finalizar los estudiantes y docentes participantes completaron una encuesta sobre las actividades, en la que volcaron excelentes opiniones sobre el taller y manifestaron interés en participar de más experiencias como ésta, que nos alientan a seguir proponiendo alternativas para la difusión de las ciencias aplicadas en alimentos como una manera de promover vocaciones científicas.

Palabras claves: vocaciones científicas, física del color, miel.

Introducción

Es compartida la preocupación por la baja matrícula en carreras científicas en la Argentina. La problemática que afecta el interés y motivación para aprender Física es muy compleja, las causas pueden interpretarse desde diversas miradas, entre las que destacamos debilidades en la enseñanza de las ciencias básicas en la escuela secundaria. En particular, la Física se desarrolla todavía como una asignatura alejada de la vida cotidiana con escasas participaciones y experiencias de los alumnos.

¿Cómo se originan las vocaciones científicas? Los chicos que eligen estudiar ciencias ¿tienen habilidades innatas? Tradicionalmente se ha asociado a los que eligen estudiar ciencias, con estereotipos culturalmente transmitidos, que contribuyen a desalentar la elección y estudio de carreras científicas. Por otra parte las metodologías tradicionales de enseñanza aún empleadas en la escuela secundaria, validan una visión empirista de las ciencias, se privilegian los conocimientos teóricos, se considera “difíciles” a las asignaturas de ciencias. En particular, la Física se desarrolla como una asignatura alejada de la vida cotidiana, poco significativa y con escasas participaciones y experiencias de los alumnos.

La divulgación de actividades científicas desarrolladas en la Universidad, es un factor a impulsar para acercar la ciencia del laboratorio, del investigador, a las ciencias básicas. En el marco de la convocatoria INVOFI (Incentivo de las Vocaciones Científicas), realizada por la Asociación Física Argentina, se presentó el proyecto “El Físico y los Alimentos” que resultó seleccionado y en consecuencia se están desarrollando las actividades propuestas. El proyecto incluye la realización de talleres sobre aplicaciones de Física en la Ciencia y Tecnología de Alimentos, a través de los cuales introducir conceptos necesarios para comprender fenómenos involucrados en el comportamiento de alimentos. Los objetivos generales planteados para el proyecto fueron: Que los estudiantes reconozcan fenómenos físicos en alimentos, desarrollen destrezas y habilidades en la realización de actividades experimentales, identifiquen variables que afectan un fenómeno físico, interpreten modelos físicos aplicados al comportamiento de los alimentos estudiados.

En el presente trabajo se describe la experiencia de la puesta en ejecución de uno de los talleres propuestos en el proyecto: “Los 1000 Colores de la Miel”.

Fundamentación

La miel es una sustancia dulce producida por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas, que recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan madurar después en los panales de la colmena. Es un alimento tan particular que puede considerarse tanto de origen vegetal como animal, así es que en su composición aparecen sustancias provenientes de ambas fuentes, las que le confieren sus propiedades características al producto.

El color de las mieles varía ampliamente desde las muy claras a las muy oscuras, desde el blanco casi transparente, pasando por el ámbar en diversas tonalidades, hasta casi negro (Figura 1).



Figura 1: Los 1000 colores de la miel

El color es un atributo importante para los alimentos. De hecho, con frecuencia se juzga la calidad de los alimentos en función de su color.

El **color** es una propiedad física, resultado de los distintos grados de absorción de la luz a diferentes longitudes de onda por parte de los componentes de la miel. La mayoría de las mieles son también fluorescentes ya que emiten luz visible en varios colores cuando son iluminadas por luz ultravioleta.

Pero... ¿qué es el color? Y ¿por qué vemos los colores? El color se define como la sensación que se origina por la estimulación de la retina del ojo. La apreciación del color es el resultado de la interacción entre tres elementos: una fuente de luz, un objeto y un observador.

- Fuente de luz: La luz es una forma de energía y se propaga en forma de ondas electromagnéticas. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes, las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como colores según las longitudes de ondas correspondientes. Isaac Newton uso por primera vez la palabra espectro (del latín, "aparición" o "aparición") al describir sus experimentos en óptica. Newton observó que cuando un estrecho haz de luz solar incide sobre un prisma de vidrio triangular, una parte se refleja y otra pasa a través del vidrio y se desintegra en diferentes bandas de colores. El ojo humano solo puede detectar longitudes de onda de la región visible (380-750 nm) del espectro electromagnético (Figura 2).

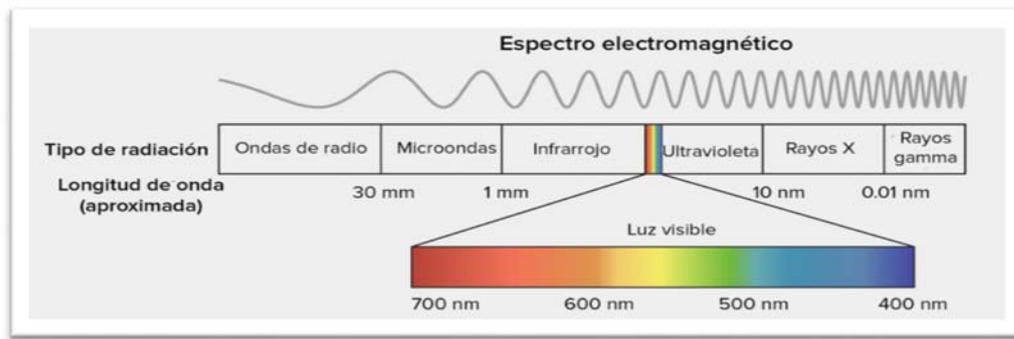


Figura 2: Espectro electromagnético

- Objeto: Las radiaciones de iluminación son modificadas por el objeto mediante procesos físicos como la transmisión, reflexión, absorción y dispersión. Las proporciones relativas de estos procesos dependen de las características del material como por ejemplo: su forma, espesor, longitud, composición química.

El color que exhiben los alimentos, como las frutas y vegetales, se atribuye a la presencia de pigmentos: carotenoides, antocianinas, clorofilas, entre otros (Figura 3), los que confieren las tonalidades amarillas, anaranjadas, rojizas, violetas o verdes características. Los carotenoides son los pigmentos naturales responsables de los colores amarillos, anaranjados y rojos en muchas frutas y vegetales, tales como mango, naranja, tomate y zanahoria, entre otros.

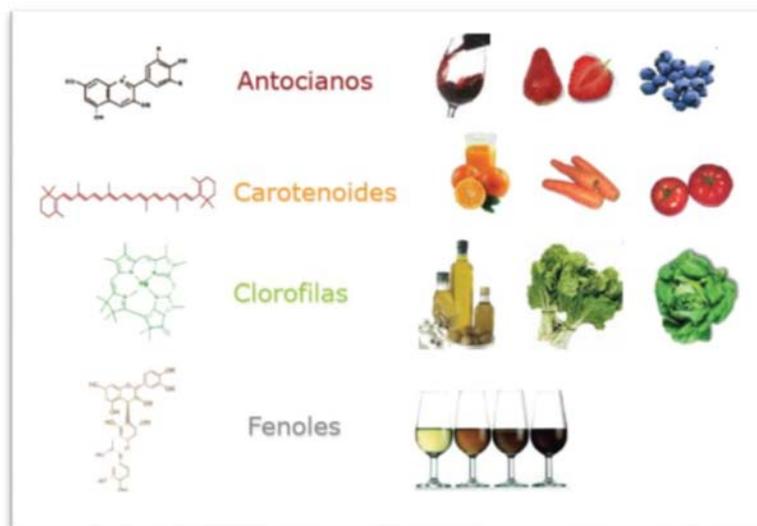


Figura 3: Pigmentos presentes en alimentos

- Observador: Los detectores comunes de la luz y el color son el ojo, el sistema nervioso y el cerebro. El ojo enfoca la imagen del objeto en la retina. Los detectores fotosensibles de la retina se denominan bastones y conos por su forma. Los bastones se activan en la oscuridad, y sólo permiten distinguir el negro, el blanco y los distintos grises, el color es detectado por los conos, hay tres tipos de conos que son sensibles a la luz en longitudes de onda distintas, por ello se les conoce como conos sensibles azules; conos sensibles verdes y conos sensibles rojos. De este modo, la luz reflejada de un objeto pigmentado estimula los tres tipos de conos y el cerebro interpreta el color como efecto de señales recibidas desde los conos, este mecanismo de percepción del color está basado en la mezcla de color aditiva.

La mezcla de color aditiva se produce cuando dos o más luces son sumadas enfocándolas en una pantalla blanca; los colores: rojo, azul y verde son utilizados como colores primarios para crear el magenta, cian y amarillo.

Medición de color en alimentos

Como solución a los problemas de evaluación del color se crearon sistemas de medición para poder cuantificarlo y expresarlo numéricamente.

- Alimentos opacos. Cuando la luz incide sobre un alimento opaco, la porción de luz que no es absorbida es reflejada por el producto con mayor o menor intensidad dependiendo de la naturaleza del alimento y de la estructura de la superficie. El color de estos productos puede medirse a través de medidas por reflexión. Entre ellos se pueden mencionar las frutas, galletitas, cereales para el desayuno, queso, harina, jugo de tomate, queso y carnes.

- Alimentos traslúcidos. En este tipo de alimentos, la luz es absorbida, reflejada, transmitida y dispersada, y por tanto la determinación del color presenta serias dificultades. Ejemplos de alimentos de este tipo son: jugos de fruta, mieles, jamones y flanes. Si la medida se realiza de forma convencional es muy probable que no se encuentre una buena relación sensorial/instrumental.

Para la medición del color en alimentos opacos, la Organización Internacional de Luz y Color CIE (Commission Internationale de L'Éclairage) desarrolló dos importantes sistemas para la evaluación de color en términos de números basados en la medición de reflectancia espectral de la muestra. El primer sistema fue creado en 1931 se refiere a los valores triestímulo (XYZ) y el segundo sistema creado en 1976 referido los espacios de color ($L^*a^*b^*$), siendo estos sistemas los más utilizados en la actualidad por los instrumentos de medición de color.

En cuanto a la medición de color en alimentos traslúcidos, ésta se puede realizar por métodos que se basan en la reflexión o en la transmisión de la luz. En el caso particular de la miel el método utilizado se basa en la transmisión. La misma se realiza mediante colorimetría utilizando un comparador visual de colores Pfund, expresado en mm (Norma IRAM 15941-2).

El aparato utilizado es el Colorímetro de Pfund. Es un comparador visual, con dos prismas, uno que se utiliza de referencia y tiene un matiz acaramelado y otro que contiene la muestra de miel. Estos se desplazan de forma manual a lo largo de una escala graduada en forma de regla, hasta que se alcanza la igualdad visual de los colores de la miel y el prisma coloreado. El desplazamiento en la escala se mide en milímetros.

El color de la miel se expresa en mm Pfund que corresponden según una escala creada por el autor, a diferentes denominaciones (Figura 4).



Figura 4: Escala Internacional en mm de Pfund

Desarrollo

En primera instancia se realizó la convocatoria a participar del taller, enviando invitaciones a instituciones educativas de nivel secundario y terciario de la ciudad de Concordia (Entre Ríos, Argentina). Las inscripciones superaron nuestras expectativas, por lo que debimos ampliar el cupo en principio

El taller se realizó en los laboratorios de Física y de Análisis de Miel y Productos de la Colmena de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos.

El desarrollo del mismo consistió en una exposición introductoria, donde se abordaron los conceptos teóricos involucrados: qué es la miel, conceptos de la Física para el estudio del color, metodología específica para medición de color de mieles (Figura 5).



Figura 5: Presentación del Taller

Posteriormente los estudiantes participantes realizaron mediciones de color de mieles de distinto origen botánico y geográfico (Figura 6). De ésta manera pudieron experimentar y observar los conocimientos involucrados, aplicándolos a la caracterización de las mieles en base a su color.



Figura 6: Midiendo colores de mieles con colorímetro Pfund.

Luego se procedió a una puesta en común y discusión e interpretación de los resultados obtenidos. En base a esto se clasificaron las muestras de mieles analizadas en base a su color. Finalmente se realizó una evaluación del taller entre los participantes del mismo. La misma se hizo mediante una encuesta escrita individual (Anexo).

Resultados

Docentes, estudiantes de secundaria y estudiantes del profesorado de Física asistieron al taller. Participaron activamente de la propuesta, muchos manifestando que era la primera vez que tenían acceso a un laboratorio. Algunos estudiantes participaron con particular interés, motivados porque en su familia se dedican a la apicultura, mostrando conocimientos de la práctica que fueron rescatados por los docentes del taller y relacionados con los temas desarrollados. Así el conocimiento cobra real sentido cuando se vincula con las experiencias cotidianas, adquiere valor y significado en contexto.

Al finalizar el taller, 35 participantes completaron la encuesta, 12 estudiantes del profesorado de física, 5 docentes y el resto estudiantes de 4º, 5º, y 6º año de secundaria.

El 65% de los encuestados consideró que los contenidos presentados les resultaron muy interesantes e interesantes. Es de destacar que muchos de los estudiantes de secundaria no han desarrollado contenidos de Física sobre la luz, pero de todas maneras pudieron comprender las propuestas.

El 89% indicó que le gustaría aprender más sobre la física en los alimentos. Asociamos este resultado con el interés por relacionar contenidos disciplinares con la vida cotidiana, en contexto, lo que facilita la comprensión y aprendizaje de, en este caso, los contenidos de Física de manera accesible y útil.

Respecto a la participación en las actividades experimentales el 43% de los estudiantes expresó

que su participación fue muy activa. Los docentes optaron por observar y no participar de las actividades experimentales para brindar mayores oportunidades a los estudiantes. En este aspecto resultó excesivo el número de participantes en el taller, dada la capacidad del laboratorio y la disponibilidad de un solo colorímetro para realizar las mediciones de color en miel, pero creemos que en general la mayoría pudo aprovechar y compartir las experiencias.

Conclusiones

La enseñanza de las ciencias demanda nuevas perspectivas y el planteo de enfoques alternativos para promover en los estudiantes el interés por su aprendizaje, que los oriente hacia la elección de carreras científicas. Actividades como la relatada en este trabajo, pueden acercar las ciencias de la Universidad al contexto cotidiano, trascendiendo fronteras que en el imaginario colectivo por lo general asocian al "laboratorio" y el estudio de carreras científicas con elecciones para sujetos con condiciones "especiales". Los resultados obtenidos en este taller nos alientan a seguir proponiendo alternativas para la difusión de las ciencias aplicadas en alimentos como una manera de promover vocaciones científicas y fortalecer el aprendizaje de la Física.

Bibliografía

- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. 4 ed. Pearson Educación. México.
- Bello, J. (2008). Ciencia Bromatológica: Principios Generales de Los Alimentos. Ediciones Díaz de Santos S.A., Madrid.
- Código Alimentario Argentino. (2004). 2t. De la Canal. Buenos Aires, Argentina
- Crane, E. (1990). The traditional hive products: honey and beeswax. *Bees and beekeeping. Science, practice and world resources*. Ed. Heinemann Newsnes, Oxford
- Tamaño G. (2008) *Estudios de calidad de Miel de la Provincia de entre Ríos, Argentina*- Universidad Politecnica de Valencia, España – Departamento de Tecnología de Alimentos.
- Fagundez, G.; Tamaño, G.; Bletter; D.; Trossero, A.; Buzzatto, M.; Carboni, L.; Messina, N.; Pérez, R.; Primost, D.; Stamatti; G.; Ledheros, E. (2013) *Manual para Cursos de Iniciación y Nivelación en Apicultura*. Serie de Extension N° 112. I.S.B.N. 03258874. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Tamaño, G.; Capodoglio, D. (2009) *Calidad de Miel: Estudio de Acidez Total, Libre y Lactónica de la Miel de Citrus de la Provincia de Entre Ríos, Argentina*. Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. San Rafael, Mendoza. ISBN: 978-987-575-079-1.
- White Jr., J.W. (1975). Physical characteristics of Honey. In E. Crane (Ed), *Honey, a comprehensive survey*. Heineman. London.

Anexo I: Encuesta aplicada a los participantes del taller

The image shows a survey form titled 'ENCUESTA DE OPINIÓN' for a workshop. The header includes the logo of 'ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA' and 'INVOFI 2016'. The workshop title is 'Taller: "Los mil colores de la miel"'. The instructor is 'Dra. Gabriela Tamaño-Ing. Julieta Bof' and the date is '10 de mayo de 2017'. The survey asks for the respondent's role (Docente or Estudiante) and level. It contains four questions about the workshop content and participation, with multiple-choice options. There is also a section for 'Comentarios' with three lines for text input.

ASOCIACIÓN FÍSICA ARGENTINA
INVOFI 2016
 PROGRAMA DE INCENTIVO DE VOCACIONES PARA EL ESTUDIO DE FÍSICA - INVOFI

Taller: "Los mil colores de la miel"

Docentes a cargo	Fecha
Dra. Gabriela Tamaño-Ing. Julieta Bof	10 de mayo de 2017

ENCUESTA DE OPINIÓN

Es muy valioso para nosotros conocer tu opinión sobre este taller, por eso te pedimos que contestes la encuesta. ¡Muchas gracias por participar!

Soy:

Docente	Estudiante de Secundaria	Estudiante	de
ISDICA	Otro (especificar)		

Nivel: _____

1- Los contenidos presentados te resultaron:

Muy interesantes	Interesantes	Poco interesantes
	Indiferentes	

2- ¿Reconociste conocimientos de Física en los colores de la miel?

Si	Poco	No
----	------	----

3- ¿Cómo fue tu participación en las actividades experimentales propuestas en el taller?

Muy activa	Poca participación	No participé
------------	--------------------	--------------

4- ¿Te quedaron ganas de aprender más sobre la Física en alimentos?

Si	Poco	No
----	------	----

Comentarios _____

Anexo II: Datos de los autores

Autor 1: Es Ingeniera en alimentos (UNER), Doctora por la Universidad Politécnica de Valencia en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria. Docente de Física I, Introducción a la Ingeniería, y Química y Bioquímica de los Alimentos en Ingeniería en Alimentos y Física I en Ingeniería en Mecatrónica (UNER) y en el Profesorado de Física (ISDICA, Concordia). Docente Investigador de la UNER Categoría III

Autor 2: Es Ingeniera en Alimentos (UNER), Docente de Propiedades Físicas de los Alimentos en la carrera Ingeniería en Alimentos. Actualmente desarrolla su tesis doctoral titulada "Estrategias para preservar la Calidad de Arándanos utilizando envases biodegradables" becada por el CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), en la Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER).

Autor 3: Se graduó como Ingeniera en Alimentos (UNER), Especialista en Enseñanza de las Ciencias Experimentales (UNSAM) y Doctora por la Universidad Politécnica de Valencia en Ciencia, Tecnología y Gestión Alimentaria. Docente de Física II y Química General en Ingeniería en Alimentos y en Ingeniería en Mecatrónica, (UNER) y en el Profesorado de Física (ISDICA, Concordia). Docente Investigador de la UNER Categoría V.

Autor 4: Ingeniero en Alimentos (UNER). Diploma de Estudios Avanzados en Tecnología de Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia). Especialista en Enseñanza de las Ciencias Experimentales (UNSAM). Docente de Física I y Física II en la carrera Ingeniería en Alimentos. Docente de Física en Profesorado de Física y Química de ISDICA.

Autor 5: Ingeniero Electricista (UNS Bahía Blanca). Diploma de Estudios Avanzados en Tecnología de Alimentos (Universidad Politécnica de Valencia). Docente de Física I en Ingeniería en Alimentos y en Ingeniería en Mecatrónica, (UNER Concordia) y de Electrotecnia II, Máquinas Eléctricas I y Máquinas Eléctricas II (UTN Concordia). Docente Investigador de la UNER Categoría V.

El fomento de las vocaciones científicas a partir de un paquete de actividades para el primer curso de química de enseñanza media

Fiorella Silveira^{1a}, María Noel Rodríguez-Ayán^{2b} Julia Torres^{3c}

¹Liceos N°1 y N°34, Espacio Ciencia, Montevideo, Uruguay

²Unidad Académica de Educación Química, Facultad de Química, Montevideo, Uruguay

³Área Química Inorgánica, Facultad de Química, Montevideo, Uruguay

(a) fiorellasil@gmail.com, (b) @mayan@fq.edu.uy, (c) jtorres@fq.edu.uy.

Eje temático: ¿Cómo despertar las vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

Este trabajo comparte los resultados de la primera etapa de un estudio que abarca el desarrollo e implementación de un paquete de actividades para el primer curso de química de enseñanza media, diseñado con el objetivo de promover el estudio de carreras científico-tecnológicas entre los jóvenes.

La clase de química es un escenario muy propicio para poner en práctica algunas actividades alternativas que busquen despertar el interés de los alumnos no sólo por la disciplina, sino por la ciencia y la tecnología en general.

Varias publicaciones muestran la falta de motivación que poseen los estudiantes de enseñanza media hacia el estudio de las asignaturas científicas y de la ingeniería (Marchesi, 2009; Polino, 2011; Schreiner y Svein, 2004). Este descenso de las vocaciones científicas se manifiesta a nivel global (Schreiner y Svein, 2004) y enfrenta actualmente a la enseñanza de las ciencias al reto de lograr motivar a los alumnos hacia su estudio.

El paquete tiene como componente principal las actividades experimentales espectaculares que asombran a los estudiantes y complementan e ilustran los aspectos teóricos del curso. Estas actividades experimentales se integran a las que se proponen en el programa curricular de química de 3ero de C.B.U. pero con objetivos específicos que se focalizan en la captación de la atención de los estudiantes y la motivación. Todas las actividades se ponen en práctica luego de realizar el desarrollo didáctico correspondiente, prestando especial atención a no perder la rigurosidad en el manejo conceptual que exige la disciplina. Como parte del proceso, se sistematizan las propuestas didácticas de manera que estén a disposición para que otros docentes las puedan aplicar en sus clases.

Otros componentes del paquete son las visitas a laboratorios industriales y tecnológicos; los conversatorios con científicos; las visitas a salas y centros interactivos de ciencia y tecnología; los recorridos por facultades; el diseño de juegos didácticos; la puesta en práctica de obras de teatro científico; la visita a ferias de ciencia y tecnología; la realización de pequeñas investigaciones, el desarrollo de fichas temáticas que acompañan los diferentes componentes del paquete, los talleres de ciencia, entre otros.

Con relación a los talleres, esta modalidad de trabajo es una importante alternativa que permite superar muchas limitantes de las maneras tradicionales de desarrollar la acción educativa, facilitando la adquisición de conocimiento por una más cercana inserción en la realidad y por una integración de la teoría y la práctica (Maya, 1996).

Con estas actividades se pretende acercar a los jóvenes al trabajo que realizan los científicos, así como dar a conocer de primera mano cómo se trabaja en un laboratorio y dónde se puede estudiar carreras científico-tecnológicas. Se aspira a que comprendan el valor que tiene el conocimiento, la importancia de estudiar y de ser científicamente cultos y que esto sea el punto de partida para fomentar las vocaciones científicas.

El conjunto de las intervenciones fue muy bien valorado por los alumnos. Las actividades que implican el trabajo en el laboratorio, la realización de experimentos novedosos y los juegos son las que motivan más a los alumnos, propiciando espacios para desplegar su creatividad, mostrar sus destrezas y disfrutar de la ciencia. En cuanto a las vocaciones, se observan cambios significativos en los grupos en cuanto a la elección de una carrera científica para estudiar a futuro antes y después de la aplicación del paquete de actividades.

Desarrollo

Descripción del paquete de actividades

Los cambios de color, los desprendimientos de gases y todas las evidencias que muestran, de manera espectacular, la transformación de la materia fueron los protagonistas de esta intervención educativa.

Experimentos demostrativos

Se realizaron una serie de demostraciones experimentales que resultaron altamente motivadoras para los estudiantes. Las mismas fueron previamente desarrolladas por el grupo *Química d+* (<http://www.qdm.fq.edu.uy>). El grupo dispone, desde el año 2006, de un conjunto de actividades de divulgación de la química. En base al perfil del alumno de enseñanza secundaria media y a las características de los grupos, se seleccionaron algunas de esas actividades experimentales. Asimismo, se prepararon y pusieron a punto actividades nuevas.

Las demostraciones se realizaron en diferentes momentos del año lectivo. En algunas oportunidades se realizaron para introducir temas, como, por ejemplo, reacciones químicas. En otras, se utilizaron para captar la atención y motivar.

Las actividades realizadas fueron las siguientes: Extracción de ADN de vegetales, Halloween (dos reacciones químicas secuenciadas que se evidencian por cambios en el color de la solución: incoloro, naranja, negro); Arcoíris químico (combinación de reactivos indicadores en soluciones de diferentes medios); Tintas mágicas (revelado de mensajes por formación de especies coloreadas); Botella azul (oxidación reversible de la glucosa en medio básico); Oráculo químico (reve-

lado de mensajes por la reacción entre el almidón y el yodo); Pasta de dientes de elefante (descomposición catalítica del peróxido de hidrógeno); Volcán químico (reacción exotérmica entre el permanganato de potasio y la glicerina); Fabricación de un gel para el cabello (proceso sol-gel controlado por pH).

En cuanto a la sistematización, se realizaron fichas didácticas con el objetivo de ponerlas a disposición de otros docentes que quieran utilizar este recurso didáctico. Las fichas están disponibles en la página web de *Química d+*.

Visitas didácticas

Las visitas a laboratorios industriales y tecnológicos fueron otras de los componentes del paquete que se implementaron como parte de este trabajo.

Se realizó una salida didáctica a la planta industrial de *COUSA*, compañía oleaginosa uruguaya referente a nivel regional. La compañía produce y comercializa aceites y sus derivados. Desde el año 2009 produce además biodiesel. Mediante esta actividad se buscó que los alumnos conocieran una planta industrial y los procesos que allí se realizan. También se los ayudó a reconocer procedimientos de laboratorio practicados en el curso y aplicados a un producto industrial en mayor escala, buscando generar conocimiento acerca del trabajo que se realiza en las diferentes industrias de nuestro país. Asimismo, se pretendió que los alumnos evidenciaran la importancia de la formación para realizar las diferentes tareas en la industria.

La visita constó de una charla acerca de los procedimientos industriales que se realizan en la planta con énfasis en la producción de biodiesel, una recorrida por la planta industrial, visitas a los laboratorios de producción y análisis de biodiesel, y una actividad sobre control de calidad de los procesos.

En cuanto a los laboratorios tecnológicos, los alumnos recorrieron el área técnica del *LATU*, en el marco de la *Semana de la Ciencia y la Tecnología* que se realiza cada año en Uruguay en el mes de mayo.

La visita consistió de una charla general sobre las actividades que se realizan en el Laboratorio, destacando la importancia del estudio de carreras científico-tecnológicas para atender a las demandas de un país productivo. Seguidamente se realizó una breve inducción sobre seguridad en el laboratorio. A continuación, divididos en subgrupos, los alumnos comenzaron el recorrido por el área técnica y pudieron interactuar con los técnicos en diferentes mesas de trabajo en donde, a través de la manipulación de instrumentos y aparatos, pusieron en práctica varios procedimientos de laboratorio.

Cada alumno recibió un cuaderno didáctico que contenía información sobre los diferentes sectores del *LATU* y qué actividades se realizan en cada uno, así como también se le informaba sobre qué carreras deben estudiar si desean acceder a un puesto de trabajo en esa área.

La visita a ferias de ciencia y tecnología son una buena oportunidad para conocer las líneas de investigación más importantes en ciencia y tecnología que se desarrollan en el país. La feria visitada fue *Latitud Ciencias*. Los alumnos pudieron escuchar conferencias, charlas de interés general y ver pósters y publicaciones para conocer cómo se comunican en el ámbito científico. También en esta feria pudieron conocer la oferta académica de esta casa de estudios y establecer diálogos con los investigadores que se encontraban en los diferentes stands.

Las visitas a talleres de ciencia también integraron el paquete de actividades de esta intervención. Los alumnos participaron del taller de Reactivos Indicadores de *Espacio Ciencia (LATU)*. A través de esta actividad, pudieron poner en práctica los conocimientos adquiridos en el curso de química para preparar varios reactivos indicadores a partir de productos que se utilizan en la vida cotidiana y ponerlos a prueba para caracterizar diferentes sustancias. Además, esta modalidad de trabajo implicó desarrollar un producto de manera colectiva, componente muy importante del trabajo científico.

Con relación a las visitas a salas y centros interactivos de ciencia y tecnología, se realizaron dos visitas: a *Espacio Ciencia* y al *Moleculario* de la *Facultad de Química*.

La finalidad de estas visitas es la de utilizar los recursos de las salas y centros interactivos para despertar la curiosidad de los alumnos por los diferentes fenómenos científicos y poder reafirmar algunos aspectos de la metodología científica trabajados en clase como ser la observación, la formulación de preguntas y el planteo de hipótesis.

Estos espacios cuentan con exhibiciones y módulos que tienen un alto componente interactivo, lo que fomenta la participación activa de los estudiantes, haciéndolos sentir protagonistas de su propio aprendizaje.

En *Espacio Ciencia* las exhibiciones recorridas fueron: Viaje a la Antártida (simulación de un viaje al continente antártico. A lo largo del mismo los estudiantes recibieron información acerca de la flora y la fauna antártica y conocieron cuál es la misión de la base científica uruguaya y las principales líneas de investigación que se llevan a cabo); Área Física (módulos interactivos a través de los cuales se abordaron diversos fenómenos como ser la electricidad y el magnetismo, la reflexión y la refracción de la luz, la fuerza, el movimiento, las ondas y el sonido); Usá tu energía (actividades interactivas que dieron a conocer las fuentes de energía renovables que se utilizan en nuestro país y consejos para utilizar la energía de manera eficiente).

En el *Moleculario*, los alumnos interactuaron en diferentes estaciones que muestran cómo están formadas todas las cosas que nos rodean y pudieron sumergirse en el mundo submicroscópico de los átomos, las moléculas y los iones. A lo largo del recorrido conocieron desde los átomos hasta las biomoléculas más complejas a través de juegos, modelos, animaciones y experimentos.

El recorrido por la *Facultad de Ciencias* fue una oportunidad para que los estudiantes se acercaran a esa casa de estudios y pudieran establecer un conversatorio con un científico.

La salida didáctica se preparó con el apoyo de una ficha que contenía actividades para realizar antes, durante y después de la salida. Durante la visita los alumnos recibieron información acerca de los alimentos transgénicos, por parte de un especialista, el Dr. Claudio Martínez, y además tuvieron la posibilidad de entrevistarlo, formulando algunas preguntas que se encontraban en la ficha y otras que elaboraron ellos en base a sus intereses: qué carreras se estudian en la facultad, cuál es la duración de las carreras, qué hace un físico y un biólogo, entre otras. Asimismo, pudieron visitar el laboratorio del especialista y manipular algunos materiales e instrumentos vinculados con las líneas de investigación que la facultad desarrolla en ese tema. El cierre de la actividad se realizó en el liceo, siguiendo las consignas de la ficha.

Las actividades propuestas en la ficha diseñada para la visita a la Facultad de Ciencias son: Cuestionario sobre el capítulo *¿Qué es el ADN?*, de la Serie de videos *¿Qué es?* de PEDECIBA (<http://www.pedeciba.edu.uy/QueEs/adn.html>); Interpretación de imágenes acerca de alimentos transgénicos; Búsqueda de información teórica sobre el ADN; Uso de pictogramas en alimentos transgénicos; Video de divulgación científica sobre los transgénicos; Cuestionario con preguntas variadas sobre la Facultad y su oferta académica, los bachilleratos que habilitan a su ingreso y las diferentes especialidades; Realización de un resumen sobre la charla, destacando los principales aspectos de la misma; Confección, en equipo, de un producto de divulgación que muestre la postura de los integrantes frente a los transgénicos.

Otras actividades en el aula

Los juegos didácticos son herramientas altamente motivadoras. Para esta intervención se desarrolló un juego cuyo objetivo fue introducir la nomenclatura de óxidos de manera alternativa, para posteriormente trabajar aspectos formales de este tema. Para preparar el juego se elaboraron tarjetas de cartón. Cada tarjeta contenía la fórmula de un óxido, siendo quince en total. Además, se preparó una lista con la fórmula y el nombre de cada óxido. Se trabajó con el Sistema Stock.

Para jugar se armaron cuatro grupos. Se eligió un alumno como capitán del grupo y cada grupo recibió la lista de óxidos y dispuso de cinco minutos para memorizar la fórmula y el nombre de cada óxido. Posteriormente se les retiró la lista y a continuación la docente fue nombrando cada uno de los óxidos y los integrantes del grupo debían buscar entre las tarjetas la que correspondía a la fórmula correcta. El capitán tomaba la tarjeta y la levantaba. El grupo que levantara la tarjeta correcta primero era el ganador y recibía un punto.

Como actividad previa a la realización del juego se presentaron diferentes fórmulas de óxidos observando las similitudes y diferencias entre las mismas. Con este juego se buscó además fomentar el trabajo en equipo y la toma de decisiones, así como ejercitar la memoria.

La puesta en práctica de obras de teatro científico fue otro de los componentes del paquete. La consigna fue realizar una obra de teatro sobre la vida de Marie Curie con el objetivo de divulgar algunos de sus descubrimientos e investigaciones, así como también aspectos de su vida personal.

Se trabajó en base a un libreto elaborado por alumnos del liceo 20, quienes realizaron una obra de teatro sobre esta temática en el año 2011, en el marco del Año Internacional de la Química. El libreto se adaptó a los intereses de los estudiantes.

Los alumnos se dividieron entre actores, utileros y musicalizadores. También realizaron la selección del vestuario y elaboraron afiches de promoción de la actividad, así como folletos para entregar a los espectadores.

Durante la obra de teatro los actores pusieron en práctica varias de las actividades experimentales realizadas en el correr del año. Se seleccionaron aquellas que se ajustaban a la temática de la obra y que pudieran captar la atención de los espectadores. Se realizó una representación del mineral pechblenda, utilizando una sustancia fosforescente

En cuanto a la realización de pequeñas investigaciones, las mismas se realizaron en el marco del proyecto de fin de cursos. La consigna se presentó en el mes de julio y consistió en la selección, puesta a punto, realización y explicación de una actividad experimental por parte de los alumnos, en un tema de su interés. La actividad tenía que ser presentada en la fiesta de fin de cursos.

Se orientó a los alumnos brindándoles bibliografía para que pudieran seleccionar una actividad acorde a los conceptos que manejan, con materiales y reactivos accesibles y que implicara la utilización de sustancias permitidas. Los alumnos fueron orientados en todo momento por su docente, así como también por la ayudante de laboratorio, quien facilitó el acceso al laboratorio liceal para realizar ensayos de las actividades y suministró material y reactivos.

En la fiesta de fin de cursos, los alumnos mostraron en subgrupos, mediante diferentes experimentos, algunas de las actividades realizadas a lo largo del curso (Halloween, Pasta de dientes de elefante y Tintas mágicas). También se realizaron algunas demostraciones con nitrógeno líquido a modo de show.

Las actividades desarrolladas y presentadas por los alumnos fueron: Extintor casero (reacción entre el bicarbonato de sodio y el ácido acético); Dulce mezcla (oxidación de la glucosa con permanganato de potasio en medio básico); Hielo instantáneo (cristalización del acetato de sodio); Nieve artificial (hidratación del poliacrilato de sodio).

Como último componente del paquete, se desarrolló e implementó una ficha temática sobre Estructura Atómica, especialmente sobre el concepto de cuantización de la energía. La actividad principal de la ficha es el experimento que denominamos Aliento de dragón y que consiste en realizar ensayos a la llama con sales de diferentes metales.

A lo largo de la ficha se realizaron las siguientes actividades: Uso de modelos para estudiar a los átomos; Evolución de los modelos atómicos; Partículas subatómicas fundamentales; Distribución electrónica; Cuantización de la energía; Espectro electromagnético; Actividad experimental Aliento de dragón; Ejercicios y preguntas de interpretación.

Metodología

Se definió trabajar con alumnos de 3er año debido a que la asignatura química se presenta por primera vez en ese nivel y además los alumnos están próximos a definir qué bachillerato elegirán para continuar sus estudios.

En el año 2012 la muestra estaba compuesta por 114 alumnos pertenecientes a 4 grupos de 3er año del turno matutino del liceo 17 de Montevideo, ubicado en el barrio Aguada.

Uno de los grupos fue el control y en los otros 3 se aplicó el paquete de actividades.

Debido a que los grupos no se diferenciaban estadísticamente en la encuesta aplicada al comienzo del año lectivo se tomaron algunos indicadores cualitativos a los efectos de seleccionar un grupo control. Este grupo poseía la característica de tener a sus alumnos juntos desde el nivel preescolar ya que formaban parte del proyecto educativo que se estaba implementando, relacionado con el idioma inglés. Como consecuencia, el grupo trabajaba muy bien en equipo, se apoyaban y motivaban los unos a los otros, generando un muy buen clima de clase.

En el año 2013 la muestra estaba compuesta por 100 alumnos pertenecientes a 4 grupos de 3er año del turno matutino del liceo 19 de Montevideo, ubicado en el barrio Curva de Maroñas.

Uno de los grupos fue el control y en los otros 3 se aplicó el paquete de actividades.

No se verificaron diferencias estadísticas significativas en la encuesta inicial, por lo que el grupo control se eligió en base a criterios cualitativos. Los alumnos permanecían juntos desde el primer año liceal debido a que el grupo presentaba un alumno con Síndrome de Asperger. La afinidad entre los alumnos del grupo generaba un muy buen ambiente de trabajo en el que imperaba el respeto entre los estudiantes y hacia los docentes.

En el año 2015 la muestra estaba compuesta por 57 alumnos pertenecientes a 2 grupos de 3er año del turno matutino del liceo 33 de Montevideo, ubicado en el barrio La Cruz de Carrasco. A diferencia de los años anteriores, estos grupos eran de otra docente de química quien facilitó los espacios para poder trabajar con sus grupos. En esta oportunidad no se trabajó con un grupo control.

Instrumentos y variables

La base de datos de este estudio descriptivo surge de la implementación de una encuesta previa y una posterior a la realización de la intervención. Ambos cuestionarios contenían preguntas principales comunes.

Para la medida de las vocaciones científicas se tomó como indicador si los alumnos eligieron en las encuestas al menos una carrera científica (biología, física, ingeniería y química). Para comparar la vocación científica entre los grupos se empleó el test de Kruskal-Wallis. Los indicadores cualitativos de la vocación fueron la disposición hacia el trabajo y el interés hacia diferentes fenómenos científicos y hacia la búsqueda de respuestas.

En la encuesta posterior a la intervención se agregaron dos preguntas, que apuntaban a valorar la intervención en los grupos en los que se pusieron en práctica las diferentes actividades.

Resultados

El test de Kruskal-Wallis entre los grupos no arrojó diferencias de orientación científica significativas tanto al inicio como al final del año lectivo, en los años en que se realizó la intervención.

Sin embargo, si analizamos la elección de por lo menos una carrera científica antes y después de la intervención podemos observar que surgen diferencias a favor de las carreras científicas, tanto en el grupo control como en los de intervención a lo largo del año. Esto muestra que las actividades implementadas, sean las preparadas para los grupos intervenidos como las actividades tradicionales de química aplicadas al grupo control, generaron cambios en todos los grupos. Estos cambios indican que aquellos estudiantes que tenían dudas sobre las carreras científicas ahora las confirman o las descartan como posible carrera a futuro. De todas formas, si bien no se pudieron realizar contrastes de hipótesis sobre estas magnitudes, el incremento de las vocaciones científicas es mayor en los grupos intervenidos, lo que se asocia con un mayor grado de motivación por la asignatura.

El conjunto de las intervenciones fue muy bien valorado por los alumnos. Las actividades que implican el trabajo en el laboratorio, la realización de experimentos novedosos y los juegos son las que motivan más a los alumnos, propiciando espacios para desplegar su creatividad, mostrar sus destrezas y para disfrutar de la ciencia en general y de la química en particular.

La inclusión del trabajo en proyectos a más largo plazo ofrece oportunidades para que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos de manera autónoma y se involucren en su propio aprendizaje, adquiriendo una participación activa en el proceso. Asimismo, se promueve el trabajo en equipo y la distribución de las diferentes tareas asignando roles a cada uno de los miembros del equipo. En este sentido se evidenció que todos los alumnos estaban incluidos en un equipo y que no se presentaron trabajos individuales.

Esta forma de trabajo implica la realización de actividades alternativas a las que habitualmente se proponen en las clases, siendo muy adecuados aquellos que se realizan de común acuerdo con los estudiantes, como es el caso de los dos proyectos llevados a cabo en el marco de este estudio. La diversidad temática de las propuestas propició que todos los alumnos pudieran participar, encontrando cada uno un lugar en el proyecto.

Desde el punto de vista docente se aprecia, en las diferentes instancias de trabajo con los alumnos, que, si se les muestra que se puede aprender y divertirse a la vez, la asignatura se vuelve susceptible de ser aprendida. Se evidenció que los alumnos fueron, a lo largo de las diferentes instancias de trabajo, protagonistas de su propio aprendizaje y mejoró notoriamente su actitud en clase y su compromiso hacia la asignatura.

Eso fomentó la apertura del aula y la habilitación de espacios intra y extraluceales que los acercaron a las múltiples facetas de la química, en particular a manipular materiales y sustancias de manera responsable. La avidez y el entusiasmo de los estudiantes fue el motor para la búsqueda, puesta a punto y realización de nuevas actividades en clase, hecho que no siempre ocurre cuando se transmiten los conocimientos utilizando metodologías tradicionales.

Realizar actividades experimentales nuevas significó todo un desafío pues me motivó a aprender más sobre la disciplina y a utilizar el laboratorio con más frecuencia, a preparar los diferentes materiales y reactivos, a poner las técnicas a punto, a adaptarlas a los diferentes niveles educativos, a preparar protocolos para su implementación y a compartir los materiales y experiencias con otros colegas.

Los cambios evidenciados en los grupos en cuanto a la elección de una carrera científica para estudiar a futuro se hicieron evidentes no solo en el análisis de las encuestas, sino que también en varias instancias del trabajo en el aula, en los que los alumnos manifestaron su interés por saber más acerca del trabajo que realizan los científicos.

Referencias

Batthyány, K. y Cabrera, M. (2011). (coordinadoras). Metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Apuntes para un curso inicial. Uruguay: Facultad de Ciencias Sociales – UDELAR.

Maya, A. (1996). El taller pedagógico. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Marchesi, A. (2009). Las metas educativas 2021. Un proyecto iberoamericano para transformar la educación en la década de los bicentenarios. Documento Básico. Buenos Aires: Santillana.

Polino, C. (2011) (compilador). Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos. Argentina: OEI.

Polino, C. y Chiappe, D. (2011). Enseñanza y elección de carreras científicas en las áreas de ciencias exactas, naturales e ingeniería. La perspectiva de los profesores de educación media. Argentina: Papeles del Observatorio N°4. OEI.

Química d+. Guía de presentadores. Centro de Educación Flexible. Facultad de Química. Uruguay. Disponible en: <http://www.qdm.fq.edu.uy/kit.html>.

Schreiner, C. y Svein, S. (2004). Sowing the Seeds of Rose, Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) – a comparative study of students' views of science and science education, *Acta didáctica* 4.

Silveira, F; Queirolo, M; Rodríguez-Ayán, M; Torres, J. (2012-2013). Ensayos a la llama: Propuesta de trabajo experimental para el tema estructura atómica a nivel de enseñanza secundaria. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*. Año XXVI N° XXVIII. Argentina

Stekolschik, G., Gallardo, S. y Draghi, C. (2007). La comunicación pública de la ciencia y su rol en el estímulo de la vocación científica. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 12, pp. 165-180.

Datos de los autores

Autor 1: Profesora de química, egresada del Instituto de Profesores Artigas. Experta Educadora en Museos por la Universidad a Distancia de Madrid. Estudiante de doctorado en química orientación educación de la Facultad de Química de la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Actualmente se desempeña como docente de aula en el Consejo de Educación Secundaria y como coordinadora educativa de Espacio Ciencia (LATU). Tiene experiencia en el desarrollo de talleres y de actividades que promueven el interés por la ciencia y la tecnología.

Autor 2: Química Farmacéutica (Universidad de la República) y Doctora en Metodología de las Ciencias del Comportamiento (Universidad Autónoma de Madrid). Profesora Agregada de la Unidad Académica de Educación Química de la Facultad de Química, integra el Sistema Nacional de Investigadores (nivel I, Ciencias Sociales). Tiene experiencia en enseñanza de grado, posgrado y formación docente, dirección de proyectos de investigación y de posgrados en Química orientación Educación Química.

Autor 3: Doctora en Química, Profesora Titular de Química Inorgánica de la Facultad de Química, integrante del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II) e investigadora grado 4 del PEDECIBA Química. Cuenta con experiencia docente de grado y posgrado, dirección de trabajos de investigación de grado y posgrado y más de 60 publicaciones internacionales de alto nivel, así como más de 100 presentaciones en congresos internacionales o nacionales. Ha realizado estancias en Universidades de Italia, Austria y España como profesora invitada. Ha llevado a cabo numerosas tareas de extensión, habiendo dirigido cinco proyectos de popularización científica, como tutora de trabajos de posgrado y pasantías de docentes de Enseñanza Media, dictando clases y conferencias para escolares, liceales, maestros o profesores, diseñando propuestas pedagógicas para escolares y liceales, organizando eventos de extensión y diseñando un curso a distancia para el IPA.

Las ciencias son muy difíciles, no son para mí... Incidencia de la concepción de ciencia y de científico en la elección de carreras terciarias

Cecilia Circerchia 1^(1,a), Cecilia Gesuele 2^(2,b), Soledad Valiente 3^(3,c)

Pertenencia Institucional:

1. Jardín de Infantes N° 246, Montevideo, Uruguay

2. Escuela 271, Canelones Costa, Uruguay

3. Escuela 127, Salto, Uruguay

(a) cecicm@vera.com.uy, (b) gesuelececilia3@gmail.com (c) solevaliente14@gmail.com

Eje temático: ¿Cómo despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

Diversas investigaciones (Sanmartí, 2002) han dado cuenta de que toda persona tiene su propia visión de ciencia, generalmente implícita, y que raramente toma conciencia de ella ni se cuestiona la validez de su concepción. Y han ido más allá mostrando que la imagen de ciencia que predomina se sustenta en los siguientes postulados: a) el conocimiento científico es neutral y no está influenciado por ideologías, b) la ciencia provee respuestas correctas sobre los fenómenos de la naturaleza, c) el conocimiento científico es descubierto a través de la experimentación, a partir de ella se generan las teorías, d) el conocimiento científico es superior a todos los demás, propio de las mentes privilegiadas.

En este marco la Didáctica de la Ciencia ha explicitado que la imagen de ciencia de alumnos y docentes ayuda u obstaculiza a generar una postura sobre las ciencias naturales. Intentaremos ir más allá postulando que la imagen de ciencia incide a la hora de elegir carreras terciarias.

Si lo que dice la ciencia es verdad; si la ciencia es difícil y sólo está al alcance de los más capacitados; si las ciencias tienen que ver con fórmulas, ecuaciones y no tiene nada que ver con la vida cotidiana; si la teoría y la experimentación son actividades independientes... entonces sólo unos pocos estarían capacitados para abordarla.

En este contexto el taller planteará el análisis y la reflexión sobre algunas prácticas habituales de enseñanza de las ciencias naturales en los distintos grados escolares. A través del análisis de estas prácticas (rol del alumno, los materiales, intervención docente, imagen implícita de ciencia, las consignas, entre otros aspectos) se buscará: a) evidenciar las concepciones epistemológicas de ciencias que se pueden vincular a las prácticas de clase, b) Analizar y discutir relaciones (encuentros y desencuentros) entre las prácticas de enseñanza y la concepción de ciencia c) Discutir la incidencia de las concepciones sobre ciencias naturales y la elección de carreras terciarias

PALABRAS CLAVE: Ciencias Naturales, Enseñanza, Concepciones Epistemológicas sobre Ciencias.

Contextualizando...

Pensar en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela es pensar en acercar el conocimiento científico para explicar y comprender el mundo para que los niños y jóvenes sean “futuros ciudadanos, responsables de sus actos, conscientes y conocedores de los riesgos, pero activos y solidarios, críticos y exigentes frente a quienes tienen que tomar las decisiones” (Weissmann, 1993 en Dibarboure, 2009, p.21)

En este contexto la Didáctica de la Ciencia explicita la importancia del abordaje de la Naturaleza de la Ciencia en la enseñanza, considerándola uno de los elementos esenciales de la alfabetización científica y tecnológica de las personas. Esto refuerza la importancia de saber no sólo ciencias sino “sobre las ciencias”, qué son y cómo se elaboran. Esta alfabetización científico tecnológica tiene su anclaje en lo que Giere (1988) denomina “ciencia en la escuela”.

La enseñanza de ciencias en la escuela centra la importancia en que la ciencia plantea problemas y trata de resolverlos sin saber con certeza cómo hacerlo. Se redimensiona aquí el valor de la pregunta de los niños y niñas, sus respuestas tentativas, sus explicaciones provisionales en el camino hacia la comprensión de los modelos científicos.

Si se parte de la premisa de que la construcción de una determinada imagen de ciencia por parte de los alumnos determina el vínculo que este tenga con la misma, su posicionamiento, su acercamiento y en consecuencia su abordaje es pertinente entonces preguntarnos ¿Qué imagen de ciencia se debe enseñar?, ¿Es posible su enseñanza?

Izquierdo y Aduriz plantean que la imagen de ciencia a construir debe ser “moderadamente realista y racionalista”. Realista en el sentido de que las ciencias naturales dicen algo sobre la estructura profunda del mundo. Al hablar de realismo moderado se introduce la idea de que los modelos científicos no son “copias directas” de la realidad. Esta idea es central ya que no alcanza con presentarnos frente al fenómeno y descubrir frente a él. La ciencia en tanto construcción supone leer esa realidad a la luz de posibles explicaciones teóricas.

Marco teórico

En relación a la enseñanza...

Izquierdo, investigadora de relevancia en la Didáctica de las Ciencias, propone que la enseñanza de las ciencias tiene como propósito “enseñar a pensar, pretende explicar los aspectos del mundo que hoy por hoy, son incomprensibles, mediante analogías o modelos que tengan sentido” (Izquierdo; 2000) En este marco, la enseñanza de las ciencias debe concebirse también como una actividad que se produce “conectando los valores del alumnado con los objetivos de la escuela, promoviendo la construcción de conocimientos” (Izquierdo, 2000, p. 49)

Pensar en la “ciencia escolar” es entender el trabajo científico como un continuo proceso de hacer preguntas y buscar respuestas, esta actividad implica creatividad e imaginación, también metodología, análisis e interpretación de datos y diversidad de pensamientos. En este encuadre es imprescindible conocer el desarrollo histórico del conocimiento científico, que las decisiones en la aplicación del conocimiento no son neutrales y comprender que el trabajo científico es cooperativo, colaborativo y a la vez competitivo. La reflexión sobre el lugar de la mujer no debería quedar afuera.

La enseñanza de la ciencia, la ciencia escolar, debería trascender la enseñanza de contenidos “verdaderos” potenciando la explicación, el conocimiento del quehacer científico, la argumentación, el uso de analogías, la indagación, la incertidumbre, la relación entre la ciencia y la sociedad, el conocimiento de la construcción de la ciencia entre otros. Hoy en día el acceso libre y democrático a la información en diferentes soportes de niños y jóvenes hace que la información deba ser comprendida, procesada, analizada y valorada críticamente y es aquí donde la enseñanza cobra relevancia, en el desarrollo de habilidades entendidas como la capacidad de producir explicaciones y argumentaciones.

Giere (1999) entiende que el razonamiento científico es un proceso de elección entre las teorías que se proponen y que compiten, con el fin de optar por la que, en un momento histórico determinado, presenta la explicación más convincente para un fenómeno particular del mundo. De la misma manera que las ideas evolucionan, los procesos de comunicación también lo hacen, la enseñanza necesita acompañar esos procesos.

Entendemos interesante reseñar el aporte de Caamaño (2009) que hace referencia a los evidentes lazos que se establecen entre la forma en que cada docente realiza su tarea de enseñante y todo aquello que se relaciona con aspectos que lo conforma en cuanto persona.

Es innegable que cada docente explica la vida y los vínculos que se establecen en el aula según la posición que adopte [en relación a la enseñanza]. Este posicionamiento incluye aspectos que generalmente exceden lo estrictamente académico. Su actuación se verá teñida inevitablemente por lo ético, lo axiológico, lo ideológico e, incluso, por su propia personalidad, historia de vida e historia académica. O sea, se trata de una verdadera polifonía compuesta por diversas voces que subyacen y que participan en la estructuración de los vínculos pedagógicos que se dan en la vida cotidiana de las aulas [en la forma en que entiende la orientación del proceso de aprendizaje, como orienta la enseñanza] (Caamaño, 2009, p.33)

Más adelante, la autora dice que la enseñanza “tendría como objetivo hacer posible la demanda de los individuos efectuando una iniciación sistemática, poniéndolos en contacto con los objetos culturales y esforzándose por despertar el interés para hacer posible que sean capaces de realizar elecciones verdaderas de forma autónoma” (p. 38)

Camilloni (2007), propone reflexiones que vienen al encuentro de lo expresado por Caamaño, y adicionan otros matices:

el conocimiento que el docente tiene de su materia y la relación que establece con ese saber se inscribe en su historia como sujeto y por lo tanto, están acompañados de representaciones identitarias y teñidos de valoraciones, emociones y afectos...su biografía personal, escolar y profesional aporta la matriz experimental sobre la cual el docente construye una serie de sentidos en torno a esos objetos de saber. (Camilloni, 2007, p.149)

Estos aportes nos permiten argumentar la idea de la relación que se establece entre las representaciones que construimos sobre la ciencia y los determinantes que pueden ser a la hora de nuestra toma de decisiones.

En relación al currículo de Educación Inicial y Primaria de Uruguay...

Parece importante destacar que el Programa de Educación Inicial y Primaria (2008), en sus fundamentos teóricos explicita: Es primordial comprender que el enfoque histórico lleva a poner de manifiesto la dimensión humana de la ciencia, mostrando que detrás de ella hay hombres que la hicieron, promoviendo la conciencia del contexto y de los intereses de los diferentes actores (p. 82). La educación siempre apoyó el concepto de ciencia vigente... (p. 83)

Esto da cuenta de que la legislación vigente se apoya en actuales concepciones de ciencia y lo vincula con la enseñanza de ciencias naturales, que pone énfasis en el abordaje de su construcción. Poner de manifiesto la dimensión humana de la ciencia implica no sólo conocer el contexto, la historia de determinados científicos y hechos científicos, busca ir más allá analizando los procesos de construcción, las diferentes opiniones, los condicionamientos, lo accidental del descubrimiento (en algunos casos), así como los fracasos y los tiempos de búsqueda.

De acuerdo a lo explicitado, existe consenso sobre la idea de que la ciencia es parte de la cultura construida por las mujeres y los hombres al paso de los siglos. Educar en ciencia entonces debe estar asociado con la visión de la ciencia como una actividad humana, en una cultura particular, que alienta la formación de valores en el ser humano relacionados con la forma de actuar, de argumentar y de comunicar la actividad científica. La ciencia hace parte de nuestra vida diaria.

En relación a las concepciones epistemológicas...

...dado que la enseñanza científica, incluida la universitaria, se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar la ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica, cabe esperar que esa imagen popular de ciencia, en la que abundan los tópicos deformantes (como la imagen de los científicos asociada a "sabios despistados" que trabajan en solitario, aislados del mundo) persista incluso entre los profesores (Fernández, 2002, p.478 en Aduriz, 2012, p. 13)

Al hablar de concepciones epistemológicas estamos haciendo referencia al pensar y reflexionar sobre las ciencias naturales utilizando como herramienta conceptual la naturaleza de la ciencia entendida en una primera instancia como un "conjunto de ideas metacientíficas (disciplinas que tiene como objeto de estudio la ciencia) con valor para la enseñanza de las ciencias naturales"(Aduriz-Bravo, 2005, p.12).

Como lo plantea Aduriz-Bravo (2005, p. 11) el interés de la didáctica por ellas proviene de reconocer que: 1) proporcionan una reflexión teórica potente sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, 2) se constituyen en una producción intelectual valiosa, 3) proveen herramientas de pensamiento y de discurso rigurosas, 4) ayudan a superar obstáculos en el aprendizaje de los contenidos, métodos y valores científicos, 5) generan ideas, materiales, recursos, enfoques y textos para diseñar la enseñanza de la ciencia

Considerar que la naturaleza de la ciencia es fundamental en la enseñanza de las ciencias se fundamenta en que ésta ha de ser una reflexión "racional y razonable" (Izquierdo 2004 en Aduriz-Bravo. 2005, p 15) sobre las propias ciencias. Esto permite analizarlas críticamente y desde distintas áreas curriculares destacando su valor histórico como creación intelectual humana, buscando situar personajes e ideas en determinado contexto social.

Otro aspecto que refuerza esta idea es que la naturaleza de la ciencia ha demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos científicos.

Ahora bien, hacemos nuestras las reflexiones de Aduriz (2002), cuando expresa:

los profesores y profesoras de ciencias aprendemos naturaleza de la ciencia al tratar directamente cuestiones metacientíficas pero también a través de los formatos que asumen las actividades, los materiales y los discursos puestos en marcha durante el aprendizaje de contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos (p. 47)

Esta afirmación deja en evidencia que el transitar por el sistema educativo, por determinadas prácticas de enseñanza, utilizando determinados materiales y metodología se va construyendo una idea de ciencia que no siempre se explicita y de la que muchas veces no se es consciente.

Los docentes, sean o no conscientes de ello, en su forma de abordar el proceso de enseñanza, al presentar los contenidos de tal o cual manera, siempre enseñan una idea de ciencia, una forma de hacer ciencia, de entenderla, de valorarla. Y podemos ir más allá postulando que esta idea de ciencia influirá en el vínculo que los alumnos tengan con la ciencia en su vida futura.

En el trabajo investigativo que llevan adelante Aduriz e Izquierdo (2002) han explicitado su convencimiento de que existe una relación directa entre la imagen de ciencia y la postura que ante ella se tiene.

nuestro convencimiento de que tal imagen de ciencia ayuda a nuestros estudiantes a generar una postura sobre las ciencias naturales que valore sus triunfos intelectuales y materiales pero que también conozca sus limitaciones y desmitifique el aura de sacralidad que suele rodear el conocimiento científico (Aduriz, 2002, p. 5)

Propuesta del taller

Propósitos: 1- Que los participantes del taller, a través del análisis de diferentes propuestas, analicen, discutan y reflexionen sobre la influencia de las prácticas de enseñanza realizadas en el nivel primario en la elección de carreras terciarias.

2- Delinear prácticas de enseñanza que promuevan una imagen de ciencia moderadamente realista y racionalista.

Primera instancia

- Conformación de equipos
- Entrega de consignas, materiales y papelógrafo para registrar ideas

Equipo 1 Visionado del corto de Mafalda Las Monocotiledóneas

https://www.youtube.com/watch?v=zqPhA-px_rl

Equipo 2 Lectura del siguiente texto:

La presente narración está adaptada de María Rosa Pujol, Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Capítulo 3.- Editorial Síntesis Madrid 2003.- pág. 67.-

Profesora: ¿Cómo podríamos saber que esta manzana es realmente un fruto?

- __ Porque viene del manzano.
- Yo tengo un manzano y sé que es el fruto.

Profesora: Busquemos pistas en la manzana, observémosla por fuera

- Es redonda y de color rojo.
- Tiene la piel brillante.
- Tiene una ramita que sale de un agujero.
- También hay como unas hojitas muy pequeñas.

Profesora: ¿Están junto a la ramita que ve Pedro?

- No. Al otro lado.

Profesora: ¿Siempre hay el mismo número de hojas? ¿Todos pueden contar el mismo número?

- Hay cinco.
- No, hay cuatro, pero hay una más que está rota.
- Sí, hay cinco.

Profesora: Cortamos la manzana para ver si las hojitas tiene continuación. ¿Por dónde cortar para verlo?

- Haciendo un corte desde la ramita hasta la zona de las cinco hojas.

Profesora: ¿Qué se observa?, ¿puede verse alguna continuación de lo que vimos por fuera?

- Se ve como una cosa más dura y dentro hay semillas.
- Va de punta a punta.
- Une la ramita con las hojitas y dentro hay semillas.
- Es como un receptáculo que va de punta a punta.

Profesora: Intentemos hacer un corte perpendicular al anterior y justo por la mitad de la manzana para ver qué vemos.

- Se ven claramente cinco receptáculos.
- En cada uno hay una semilla.

Profesora: Dibujemos la manzana partida sujeta al árbol e intentaremos retroceder en el tiempo.

Equipo 3 Texto del libro: Científicas: cocinan, limpian y gana el premio nobel (y nadie se entera) de Valeria Edelsztein Por un pelito (o una hebra)

Por un pelito (o una hebra)

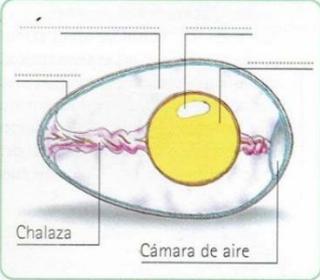
Pisándole los talones a Merit Ptah estaba Si Ling Chi, la legendaria primera emperatriz de China, que en 2640 a.C. “descubrió” la seda. La leyenda cuenta que un capullo del gusano cayó desde un árbol de moras dentro de su té. Mientras lo miraba nadar en la taza vio que aparecía un hilo de seda. Entonces tiró y tiró hasta armar un carretel en su dedo con aquella hebra brillante. Después de varios experimentos, logró entretejerlo y... ¡voilà! Con la ayuda de las damas de la corte, le confeccionó un traje al emperador, Huang-Ti, y el material pasó a ser conocido como “la tela de los reyes”.

Equipo 4 Actividad extraída de un libro de 6to año

1. Lee el texto, completá el gráfico con los nombres que faltan y contestá las preguntas.

Los huevos de los reptiles y las aves tienen tres envolturas que rodean y protegen al embrión. El embrión se desarrolla en el interior de una bolsa formada por la membrana amniótica y flota en el líquido amniótico (clara), alimentándose de las sustancias nutritivas que contiene el vitelo que se forma a partir de la yema del huevo. La cáscara, que es porosa y apergaminaada, permite el intercambio de gases.

a) ¿Qué funciones cumplen la yema y la clara?
 b) ¿Qué características tiene la cáscara y qué función cumple?
 c) ¿En qué lugar del huevo tiene lugar el desarrollo del embrión?



Chalaza
Cámara de aire

Consigna que se entregará a cada equipo:

- 1- Observar el material entregado (visionado del corto, lectura de las narraciones y de la actividad) intentar construir la situación de enseñanza que pueda enmarcarlo.
- 2- Intercambiar ideas en función de las siguientes preguntas. ¿Qué idea de ciencia subyace? ¿Cuál es el rol del docente? ¿Cuál es el rol del alumno? ¿Qué conceptos están en juego? ¿Cómo se enseñan?
- 3- Registrar en el papelógrafo aquellas ideas que consideren importantes para compartir.

Se socializarán los trabajos de cada equipo buscando compartir ideas teóricas que posibiliten el análisis, la confrontación y la reflexión sobre las prácticas de enseñanza y su incidencia en la elección de carreras terciarias.

Segunda instancia

Luego de analizar y reflexionar a la luz de los lineamientos teóricos aportados se les propondrá: 1- transformar, de ser necesario, la situación de enseñanza para construir una imagen de ciencia realista, esto implica valorar sus logros pero también sus fracasos considerando sus aspectos éticos y humanos. Una ciencia hecha por personas como nosotros. 2- Elaborar lineamientos generales sobre la enseñanza de las ciencias en primaria y las características de aquellas actividades que potencien y propicien la formación de una imagen de ciencia y de científico pertinente y que pueda incidir positivamente a la hora de elegir carreras terciarias.

Referencias

- Aduriz, Bravo, Agustín (2002) ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencia? Una cuestión actual de la investigación didáctica.
- Aduriz, Bravo, Agustín (2005) Una introducción a la naturaleza de la ciencia. Bs As
- Aduriz, Brvo, Agustín Comp. (2012) El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar.
- ANEP- CEP (2008) Programa de Educación Inicial y Primaria
- Caamaño, C. (2009) En busca de una enseñanza responsable, en CAAMAÑO (org) ¿Se puede ayudar a enseñar? ¿Se puede ayudar a aprender?, CSE, Udelar, pág.31 a 64.
- Dibarboure, María (2009) Y sin embargo se puede enseñar Ciencias Naturales Ed. Santillana
- Giere, R. (1999) Del realismo constructivo al realismo perspectivo. Universidad de Minnesota
- Izquierdo, M., Espinet, M; García, M; Pujol, R, Sanmartí, N (1999) Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar
- Sanmartí, N. (2002) ¿Cuál es la naturaleza de la ciencia? Ed. Síntesis Madrid
- Tignanelli (2008) Núcleos de Aprendizaje Prioritario Ministerio de Educación y Cultura, Argentina

Datos de los autores

Autor 1: Es maestra directora por concurso. Actualmente se desempeña como directora en el Jardín de Infantes N° 246, Cerro, Montevideo. Egresada del Instituto María Orticochea de Artigas. Posee doble titulación. Es integrante del grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias de la Revista Quehacer Educativo –FUM TEP. Autora y coautora de numerosos artículos en la revista Quehacer Educativo.

Autor 2: Es Maestra Directora de Escuela Habilitada de Práctica Docente. Diplomada en Didáctica para la Enseñanza Primaria (IPES – UDELAR). Cursa actualmente la Maestría en Educación, Política y Sociedad (Flacso – CFE) Es Profesora de Didáctica en CFD Ciudad de la Costa. Integra del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales (FUM TEP). Coautora del libro “El quehacer del científico al aula. Pistas para pensar” 2013 Fondo Editorial Queduca. Autora y coautora de numerosos artículos en la revista Quehacer Educativo.

Autor 3: María Soledad Valiente. Maestra de Educación Común. Egresada de IFD, Salto. Actualmente tiene su cargo en la escuela 127 APRENDER habilitada de Práctica. Salto. Integrante del Equipo de Investigación de Enseñanza de las Ciencias de la Revista Quehacer Educativo FUM TEP. Actualmente cursa la Maestría en Educación Ambiental (IPES- UDELAR) Autora de un artículo en el libro publicado por Red Global: Pensar fuera de la caja 2016. Red Global de Aprendizajes. Coordinación Editorial: Paula Álvez, Juan Dimuro, Ramón Silveira, Verónica Zorrilla de San Martín. Autora y coautora de artículos en la Revista Quehacer Educativo

Primer experiencia de los laboratorios portátiles de RELAB en la enseñanza media.

Aplicación de técnicas de Biología Molecular

Natalia Larnaudie¹; Juan Cristina²; Virginia Villalba² y Pilar Moreno¹.

¹Laboratorio de Virología Molecular (LVM), Centro de Investigaciones Nucleares, ²Decanato, Facultad de Ciencias, Universidad de la República

natalia.larnaudie@gmail.com; cristina@cin.edu.uy; virginia.villalba@gmail.com; pmoreno@cin.edu.uy

Eje temático: ¿Cómo despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

La implementación de los laboratorios portátiles de la Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas (RELAB) pretende generar un acercamiento y aporte de conocimientos básicos de técnicas de Biología Molecular a los estudiantes de enseñanza media.

El laboratorio portátil visita a los liceos con docentes de la Universidad de la República, acompañados de estudiantes de grado y postgrado con experiencia en el uso del instrumental y en las técnicas que se van a desarrollar. De esta forma se pretende establecer un espacio que promueve el intercambio entre estudiantes universitarios y estudiantes de secundaria, generando beneficios para ambas partes. La modalidad de esta propuesta es de tipo presencial, con una carga horaria total de 8 horas anuales (por grupo) distribuidas en 2 instancias. Consiste en módulos teórico-prácticos que se centran en ciertos conceptos fundamentales de Biología Molecular, y en los protocolos de los experimentos que serán realizados en el trabajo práctico¹.

Se pretende incorporar al proceso de enseñanza un enfoque indagatorio. El docente guía a los alumnos a realizar observaciones, plantearse preguntas, formular hipótesis, desarrollar experimentos, analizar sus resultados y luego sacar sus propias conclusiones¹.

La primer experiencia con el laboratorio portátil RELAB en Uruguay se llevó a cabo en Septiembre de 2016 en el departamento de Montevideo (Liceo N°10) con un grupo de 3^{er} año de Bachillerato orientación Medicina. Dadas las devoluciones positivas recibidas por parte de los estudiantes que asistieron a dicha experiencia y la alta productividad de la jornada, resulta alentador el panorama para seguir realizando tales prácticas.

La realización de este tipo de actividades constituye una herramienta fundamental para mejorar la educación en ciencias de nuestros jóvenes, lo cual representaría un enorme avance para el futuro de los países de América Latina².

1. Antecedentes

La Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas (RELAB) fue creada en el año 1975 y su objetivo central fue la organización de cursos de Biología Molecular para profesores de Biología de secundaria en diferentes países Latinoamericanos como Chile, Argentina y Costa Rica. Debido al hecho de que los profesores que tomaban estos cursos no podían compartir la importante experiencia de los experimentos con sus alumnos, en el año 2011, el Consejo Directivo Regional RELAB, decidió dar un giro a estos cursos teórico-prácticos. De aquí surge entonces la idea de implementar el uso de laboratorios portátiles que pudieran ser enviados a los centros educativos, con el fin de que los estudiantes pudieran llevar a cabo parte importante de las actividades experimentales¹.

RELAB organizó el primer curso piloto en Santiago de Chile y cursos similares en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad de Costa Rica en San José y en la Universidad de Chile, en Santiago¹. Actualmente este tipo de experiencias están siendo implementadas en 4 países de América Latina: México, Costa Rica, Uruguay y Chile en un proyecto generado por la RELAB y patrocinado por UNESCO, *Wellcome Trust*, las Universidades UNAM (México); la Universidad de Costa Rica (Costa Rica) la Universidad de Chile (Chile) y Universidad de la República (Uruguay)¹. Recientemente otros países se han sumado a esta experiencia².

Uruguay se incorporó al proyecto en el año 2013 y con apoyo de UNESCO se realizó en nuestro país un curso de Biología Molecular y Genómica para profesores de Biología de enseñanza media y formación en educación. A su vez se pudo adquirir un laboratorio portátil para la Universidad de La República². Por su parte la primer experiencia del laboratorio portátil RELAB en Uruguay se llevó a cabo en Septiembre de 2016 en el departamento de Montevideo (Liceo N°10).

En resumen, esta innovación pedagógica está teniendo éxito en varios países de América Latina y su aplicación se está expandiendo con rapidez².

2. Justificación

La educación en ciencias tiene un rol importante en la generación de estudiantes con mentes más cuestionadoras y creativas lo que conlleva a la generación de sociedades más comprometidas y más críticas². La implementación de los laboratorios portátiles pretende mejorar la educación en las ciencias experimentales a nivel de la educación secundaria en América Latina mediante la incorporación de metodologías innovadoras¹.

3. Descripción de la propuesta

3.1 Objetivos

El objetivo principal del laboratorio portátil radica en el acercamiento y aporte de conocimientos básicos de técnicas de Biología Molecular a los estudiantes de enseñanza media.

Este tipo de experiencia pretende fomentar entonces la curiosidad, interés y confianza de los estudiantes en sí mismos y en las ciencias. Por otro lado, estas nuevas formas de aprendizaje podrán potenciar las diferentes aptitudes de los estudiantes, o sea, las capacidades que cada uno de ellos presenta para desarrollar la actividad. A fin de promover dichas aptitudes, este curso plantea el trabajo involucrando diferentes instancias que van a comprender: la comunicación interpersonal, la capacidad de presentar ideas, la realización de trabajo en el laboratorio, la adaptación a los diferentes problemas que surjan a lo largo del trabajo, etc. Asimismo nos interesa trabajar en la voluntad de los estudiantes para encarar las actividades, o sea propiciar actitudes positivas frente al trabajo como: actividad en equipo, pensamiento crítico, responsabilidad, autonomía, tolerancia a la frustración.

Estas instancias buscan promover un espacio de interacción con estudiantes universitarios, que puedan contar sus propias experiencias acerca del rol del científico en la sociedad y su trabajo diario, ayudando así a los jóvenes en un momento donde se encuentran “bombardeados” por la necesidad de elegir un camino vocacional. Se pretende entonces despertar vocaciones en carreras terciarias que incluyan alta carga de ciencias básicas.

Además de los beneficios que presenta en los estudiantes de secundaria, la realización de este tipo de experiencia genera en los estudiantes de grado y posgrado que acompañen dicha actividad, un acercamiento a la sociedad y a las futuras generaciones de estudiantes universitarios. A su vez, les permite experimentar un contacto con la extensión, abriendo la posibilidad de generación de nuevos proyectos propuestos por los mismos. Por otra parte, la enseñanza universitaria puede encontrar en esta experiencia la oportunidad de impulsar a los estudiantes a estudiar con espíritu de investigación³.

3.2 Propuesta general

La presente propuesta pretende incorporar el enfoque indagatorio en su docencia, la cual tiene como premisa que los alumnos aprendan en el aula de la misma manera que los científicos adquieren conocimientos en los laboratorios. El docente guía a los alumnos a realizar observaciones, plantearse preguntas, formular hipótesis, desarrollar experimentos, analizar sus resultados y luego sacar sus propias conclusiones. Este tipo de curso se realiza en módulos teórico-prácticos que se centran en ciertos conceptos fundamentales de Biología Molecular, y en los protocolos de los experimentos que serán realizados en el trabajo práctico¹.

Los profesores reciben asesoría y materiales acerca de las clases teóricas y prácticas. Además, aquellos profesores que se encuentren interesados en la propuesta tienen la opción de visitar la Facultad de Ciencias y familiarizarse con el laboratorio portátil previo a la experiencia en el liceo. En caso de haber interés de parte de varios docentes, se podrán realizar talleres de capacitación acerca del laboratorio portátil.

El laboratorio portátil visita a los liceos con Docentes de la Universidad de la República, acompañados de estudiantes de grado y postgrado con experiencia en el uso del instrumental y las técnicas que se van a desarrollar. La Facultad de Ciencias (UdelaR) financia los gastos de los materiales que se usan en las experiencias prácticas.

Los estudiantes de grado y postgrado monitorean el desarrollo de los experimentos e interactúan con los profesores y estudiantes de secundaria transmitiéndoles sus experiencias y motivaciones para dedicar su vida a la investigación científica.

Esta experiencia está dirigida preferencialmente a estudiantes de 1^{er} año de Bachillerato. El motivo de esta preferencia radica en el afán de contribuir con la elección de orientación vocacional que deben llevar a cabo los estudiantes en dicho año.

En cuanto a la evaluación, todos los participantes de la experiencia (tanto estudiantes como profesores) deberán realizar la dinámica de “papel de 1 minuto”, donde podrán plasmar su opinión y sugerencias al final de la visita del laboratorio portátil. Éstas serán tomadas en cuenta al finalizar cada visita para contemplar la visión de los destinatarios de este curso, y así mejorar esta metodología a través de las múltiples experiencias enriquecedoras¹.

3.3 Metodología de enseñanza y actividades a desarrollar

La modalidad de esta propuesta será de tipo presencial, con una carga horaria total de 8 horas anuales. Esta carga horaria se distribuye en 2 instancias de 4 horas a coordinar con el profesor de secundaria y comprende 2 horas de clase teórica (con dinámica alternativa a lo tradicional) y 6 horas de clase práctica. En el encuentro teórico se introducirá la metodología a utilizar y aquellos conceptos necesarios para la comprensión de las actividades posteriores. En las instancias prácticas se llevarán a cabo las actividades experimentales programadas y la evaluación final.

4. Experiencia de aula 2016

La primer experiencia con el laboratorio portátil de RELAB en Uruguay se llevó a cabo en Septiembre de 2016 en el departamento de Montevideo (Liceo N°10). Esta instancia fue llevada a cabo con un grupo de 3^{er} año de Bachillerato orientación Medicina.

Previo al día de la actividad, la docente de dicho grupo realizó una recorrida guiada por el Laboratorio de Virología Molecular, ubicado en el Centro de Investigaciones Nucleares; donde pudo familiarizarse con los equipos que se utilizan para realizar las diferentes técnicas de Biología Molecular. En dicha instancia se le otorgó a la misma una cartilla presentando un pequeño marco teórico y los diferentes protocolos a llevar a cabo en las futuras experiencias.

Debido a la poca disponibilidad de tiempo, en esta oportunidad no se realizó un encuentro teórico con el grupo. La docente se ofreció a trabajar el material con anticipación con sus alumnos, con el fin de que los mismos afianzaran los conceptos necesarios y pudieran plantearse dudas antes de comenzar la práctica.

La actividad experimental comenzó con una pequeña introducción, y posteriormente los estudiantes llevaron a cabo técnicas de Biología Molecular tales como extracción de ácidos nucleicos, reacción de ADN Polimerasa en cadena (PCR) y electroforesis en gel de agarosa.

A continuación se muestra un diagrama del protocolo realizado en esta actividad:

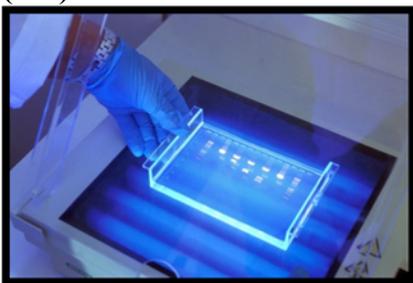
Raspado bucal (obtención de células)



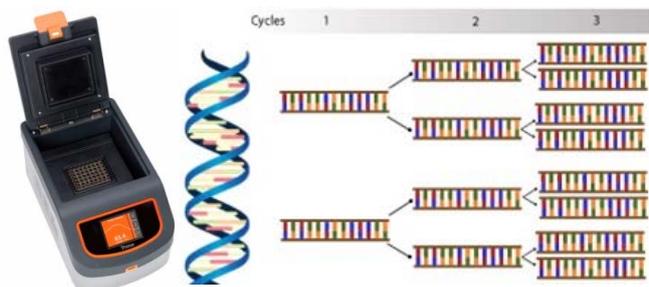
Extracción de ADN (Kit DNA Mini Kit de QIAGEN)



Electroforesis en gel de agarosa y visualización en transiluminador (UV)



Amplificación por PCR de una región de un gen celular



Las dinámicas fueron realizadas en dos grupos de trabajo simultáneos (máximo 8 alumnos por docente), guiados por responsables universitarios: Fabiana Gámbaro, Fabián Aldunate, Natalia Larnaudie (al momento Grados 1 del Laboratorio de Virología Molecular) y Pilar Moreno (Grado 3 del Laboratorio de Virología Molecular).

Los destinatarios de esta experiencia se mostraron muy entusiasmados, comprometidos y motivados con la propuesta. Todos tuvieron oportunidad de manipular los diferentes reactivos y llevar a cabo la extracción de su propio ADN.

El intercambio que se dio fue muy enriquecedor para ambas partes, surgieron preguntas acerca de nuestras rutinas de trabajo, temas de estudio y orientaciones que pensaban seguir a nivel terciario.

La evaluación de la jornada se realizó mediante la dinámica de "papel de 1 minuto", otorgándoles un papel donde plasmaron su impresión acerca de la experiencia. Todas las críticas fueron sumamente positivas, entre ellas destacar la de una estudiante que plasmó "Fue el mejor día de mi vida".



Perspectivas

Establecer un espacio que promueva el intercambio entre docentes, profesores, estudiantes universitarios y estudiantes de secundaria. Dadas las devoluciones positivas recibidas por parte de los estudiantes que asistieron a la primer experiencia del laboratorio portátil RELAB en Uruguay y a la alta productividad de la jornada, resulta alentador el panorama para seguir realizando actividades de este estilo.

La realización de este tipo de actividades constituye una buena herramienta para colaborar en la educación en ciencias de nuestros jóvenes, lo cual representa un avance para el futuro de los países de América Latina².

A su vez, es muy importante la tarea de difundir la labor de los laboratorios portátiles, la cual ha sido llevada a cabo en 4 países de América Latina, para que ese número de países se amplíe a muchos otros de la región¹.

Bibliografía

1. Laboratorios portátiles. Recuperado de <http://www.laboratoriosportatiles.cl/>
2. Allende, E. J. (2016) Reunión FORO CILAC. Montevideo, Uruguay.
3. Cabrera, C; Ferreño, M; Davyt, A (Eds.). (2015). Enseñar investigando: diseño de cursos para la formación integral. Montevideo, Uruguay: DIRAC.

Datos de los autores:

Natalia Lucía Larnaudie Plachot

Licenciada en Ciencias Biológicas Facultad de Ciencias – Universidad de la República, Uruguay (título en trámite). Desde Junio de 2016 hasta Mayo de 2017 se desempeñó como Grado 1 con cargo por Proyecto en el Laboratorio de Virología Molecular (LVM)- Centro de Investigaciones Nucleares (CIN)-Facultad de Ciencias- UdeLaR

Juan Cristina

Licenciado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias, UDeLaR. Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid, España. Postdoctorado en el National Institutes of Health, EE.UU. Profesor Titular del Laboratorio de Virología Molecular del Centro de Investigaciones Nucleares de Facultad de Ciencias, e Investigador Grado 5 del área Biología del Programa del Desarrollo de las Ciencias Básicas. Decano de la Facultad de Ciencias (2010-2018).

Virginia Villalba Ibáñez

Licenciada en Bioquímica de la Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Estudiante de Maestría en Ciencias Biológicas de PEDECIBA. Se desempeña desde 2010 como Asistente Académica en el área de enseñanza de la Facultad de Ciencias. Ha participado en diversos proyectos de enseñanza. Ha trabajado iniciativas de la Red Latinoamericana de Ciencias Biológicas, particularmente el Proyecto de Laboratorios Portátiles.

Ma. Del Pilar Moreno Karlen

Licenciada en Bioquímica, Facultad de Ciencias, UdeLaR. Magíster en Ciencias Biológicas, área Biología Celular y Molecular, PEDECIBA Biología, Facultad de Ciencias, UdeLaR. Doctora en Ciencias Biológicas, área Biología Celular y Molecular. PEDECIBA Biología, Facultad de Ciencias. UdeLaR. Docente grado 3 titular, Laboratorio de virología Molecular, Facultad de Ciencias.

El curso “Universidad y profesiones de la salud” como aporte al proceso de construcción vocacional de los estudiantes del Ciclo Inicial Optativo del Área de la Salud.

Artía, Zoraima^(1, a); Rasnik, Sofía^(1, b); Díaz, Carlos^(1, c); Kanovich, Susana^(1, d).

1- Unidad de Apoyo a la Enseñanza, Sede Paysandú - Centro Universitario Regional Litoral Norte, Universidad de la República.

(a) zartia@cup.edu.uy, (b) srasnik@cup.edu.uy, (c) carlosdiazx94@gmail.com, (d) susykan@cup.edu.uy

Eje temático: ¿Como despertar vocaciones en carreras terciarias (universitarias o no) que incluyan alta carga de ciencias básicas?

Resumen

El Ciclo Inicial Optativo (CIO) del área de la Salud se desarrolla en la Sede Paysandú del Centro Universitario Regional Litoral Norte desde el año 2014. Tiene como finalidad brindar una formación general de nivel universitario y posibilitar el acceso a varias carreras del área ya que está previsto que reciba estudiantes que aún no han definido su trayecto de formación profesional específico.

Como parte de la currícula obligatoria de este CIO, en el primer semestre, la Unidad de Apoyo a la Enseñanza es responsable del curso Universidad y Profesiones de la Salud, que tiene una modalidad de seminario, una carga horaria de 45 horas y otorga a los estudiantes 3 créditos.

Además de introducir a los estudiantes en el conocimiento de la Universidad de la República (estructura, historia, funciones y forma de gobierno); familiarizarlos con el entorno virtual de aprendizaje; promover la reflexión y el compromiso con la sociedad e impulsar el desarrollo autónomo; la participación activa y el pensamiento crítico, el curso tiene como objetivo propiciar el proceso de construcción vocacional.

En ese proceso se considera de fundamental importancia que el estudiante cuente con información actualizada sobre las carreras por las que puede optar y los posibles ámbitos de trabajo; y que reflexione acerca de cómo se vinculan esas carreras con sus intereses, sus aptitudes y su proyecto de vida.

En este sentido, el curso busca acercar a los estudiantes a los quehaceres de las diferentes profesiones del área de la salud mediante diversas actividades: talleres, charlas y mesas redondas sobre las carreras de dicha área que se dictan en la región. Las mismas son llevadas a cabo por docentes, egresados y estudiantes, antecedidas por un taller sobre orientación vocacional. El desarrollo de estas instancias abarca los perfiles profesionales, las competencias, las diferentes posibilidades de inserción laboral, las características de las carreras así como aspectos de la experiencia personal de quienes las llevan a cabo: vivencias, motivos o circunstancias que determinaron el ingreso a la carrera, obstáculos y gratificaciones que se encontraron en el trayecto estudiantil y profesional, evaluación del camino recorrido y perspectivas futuras.

Esta parte del curso se ha valorado muy positivamente tanto por parte de los docentes responsables, los invitados a participar -que han manifestado la importancia de contar con un espacio para la difusión de sus carreras- así como de los estudiantes. Se ha constatado que muchos de ellos, a partir de esta experiencia, han definido o reafirmado su vocación o han cambiado el rumbo pensado anteriormente.

Palabras clave: construcción vocacional - ciclo inicial optativo - orientación al estudiante

Introducción

Ciclo Inicial Optativo del Área de la Salud

El Ciclo Inicial Optativo (CIO) del área de la Salud se desarrolla en la Sede Paysandú del Centro Universitario Regional Litoral Norte (CENUR LN) desde el año 2014. La propuesta para su implementación, producto de un trabajo colectivo de representantes de todos los servicios del área en un proceso coordinado y liderado por la Unidad de Apoyo a la Enseñanza (UAE) de Paysandú y avalada por la Mesa del Área Salud (Resolución del 20/08/2012), tiene como finalidad brindar una formación general de nivel universitario y posibilitar el acceso a varias carreras del área. Dicha propuesta se plantea como objetivos generales profundizar los procesos de democratización, descentralización y regionalización de la enseñanza universitaria ofreciendo nuevas opciones de ingreso, generar un ámbito académico propicio para que los estudiantes desarrollen competencias básicas para avanzar en los estudios en el área y apoyarlos en el inicio de la vida universitaria para que superen las diversas dificultades que deben enfrentar en esta nueva etapa. Además propone una serie de objetivos específicos: orientar a los que tienen la voluntad de continuar sus estudios en el nivel superior pero aún no han definido su trayecto de formación profesional específico, posibilitar a los estudiantes provenientes de Educación Media de una orientación diferente a la correspondiente al área de la Salud el comienzo de sus estudios universitarios en la misma adquiriendo las competencias necesarias; evitar la desvinculación del sistema educativo de quienes circunstancialmente no pueden ingresar a las carreras elegidas brindándoles la posibilidad de generar créditos que constituyan un avance para la continuidad de sus estudios y dándoles un año de formación educativa, lo que significa fortalecer las capacidades de los jóvenes para desempeñarse socialmente y en el campo laboral. Actualmente el CIO Salud equivale a los primeros años de las carreras de Doctor en Medicina, Licenciatura en Psicología y Licenciatura en Biología Humana y otorga créditos en servicios como Facultad de Odontología y Escuela de Nutrición.

Curso Universidad y Profesiones de la Salud

Como parte del núcleo de asignaturas obligatorias del Área de Formación Psicosocial del CIO, en el primer semestre, la Unidad de Apoyo a la Enseñanza es responsable del curso Universidad y Profesiones de la Salud, que tiene una modalidad de seminario, una carga horaria de 45 horas y otorga a los estudiantes 3 créditos.

Este curso tiene como objetivos introducir a los estudiantes en el conocimiento de la Universidad de la República, acercarlos a las estructuras universitarias locales, familiarizarlos con el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), aproximarlos a la actividad profesional de las diferentes disciplinas del área, contribuir a la construcción vocacional, promover la reflexión y el compromiso con la sociedad e impulsar el desarrollo autónomo, la participación activa y el pensamiento crítico del estudiante.

Se estructura en tres módulos: El primero se denomina “Introducción a la universidad” y pretende acercar a los estudiantes a la cultura universitaria a través de diversos contenidos: estructura universitaria, funciones, forma de gobierno, vínculos con la sociedad, leyes, historia y procesos de descentralización y regionalización. Dado que profundiza en las temáticas que trata el “Cursillo de Introducción a la vida universitaria” que organiza cada año la UAE para la generación de ingreso a la Sede (Rasnik y Kanovich, 2011), se alienta a los estudiantes a participar del mismo como parte del curso, lo que permite un primer acercamiento a las características y oportunidades que ofrece la institución universitaria. El segundo módulo, “Tecnología y Universidad”, considera aspectos del ser estudiante en la era digital y de la tecnología como aliada durante los estudios y en la carrera profesional, a la vez que familiariza al estudiante con el Entorno Virtual de Aprendizaje de la Universidad. El último módulo del curso es el que responde al objetivo de orientar al estudiante que aún no ha decidido qué carrera va a seguir, a través de una mirada a la actividad del área desde la enseñanza, la investigación, la extensión y el ejercicio profesional.

Módulo “Profesiones de la salud”

Si bien los docentes que integramos la UAE no somos orientadores profesionales, y sin pretender abarcar un campo profesional que no nos es propio, entendemos que proporcionar información actualizada sobre carreras y profesiones, estimular a los estudiantes a indagar en sus intereses, promover la reflexión individual y colectiva sobre su futuro, y ponerlos en contacto con referentes de diferentes especialidades, son tareas que podemos asumir desde nuestro rol de educadores, y son aportes importantes para el desarrollo vocacional de los estudiantes. Es en ese sentido que diseñamos e implementamos este módulo del curso, que implica esfuerzos coordinados de varios actores universitarios y extrauniversitarios; locales, regionales y nacionales; y que además concebimos como una experiencia de investigación acción, ya que cada año lo evaluamos, revisamos e introducimos modificaciones para mejorarlo.

Nuestro enfoque del curso tiene varias coincidencias con el que Rafael Sanz Oro (2014) explicita como base para su concepción de la Orientación del desarrollo: se dirige a todo el universo de estudiantes del CIO (o sea, tiene un encare preventivo), incluye intervenciones especializadas, es un proceso secuencial con una extensión considerable durante el curso, involucra a muchos actores y forma parte curricular del CIO.

Comienza con un taller sobre orientación vocacional que en los últimos años estuvo a cargo de docentes del Programa de Respaldo al Aprendizaje (PROGRESA) de la Comisión Sectorial de Enseñanza (CSE), que tienen formación en Psicología y están especializados en el área de la Orientación educativa. Dicho programa desarrolla una línea de trabajo en Orientación Vocacional Ocupacional desde el año 2009, dirigida a adolescentes y jóvenes de todo el país (Santiviago, Rubio y De León, 2014).

Solicitamos esta intervención ya que, además de ser especializada, nos sentimos conceptualmente alineados: *pensamos la vocación como una construcción permanente, como un constante juego dialéctico entre la subjetividad y el contexto. Comienza a formarse en los primeros años de vida y conforme con los diferentes modelos identificatorios y espacios de socialización, va tomando distintos nombres que en un momento determinado podrán o no constituirse en una carrera u oficio, en aquello a lo cual nos queremos dedicar* (Mosca y Santiviago, 2010: 13).

En ese sentido, el taller trata de animar a los estudiantes a pensarse en un proyecto de vida. De acuerdo con Santiviago, Mosca, De León y Rubio (2015), la construcción de un proyecto de vida posible dará sentido a los esfuerzos que se requieran y permitirá soportar mejor las frustraciones que se produzcan, aumentando así las posibilidades de permanencia en la institución y de culminación de los estudios.

En el caso de este curso, parte de los estudiantes ya tienen claro qué carrera piensan seguir, mientras otros aún no lo han decidido, pero no necesariamente tienen interés en abordar la temática en el momento en que ésta se plantea. Se espera que la realización del taller problematice a los primeros y despierte la inquietud de los segundos, de manera que la vivencia del resto del módulo sea más significativa y por lo tanto mejor aprovechada, y conduzca hacia una toma de decisiones realizada en forma responsable y autónoma.

A continuación del taller se desarrollan una serie de instancias de diversa índole: conferencias, charlas, mesas redondas y talleres a cargo de egresados, docentes y estudiantes de diferentes carreras del Área de la Salud, que busca acercar a los estudiantes a las características y quehaceres de las profesiones respectivas.

Esta modalidad de desarrollo del módulo se debe a que, como ya esbozamos, concebimos la vocación no como revelación sino como búsqueda, como proceso abierto que se va construyendo- deconstruyendo- reconstruyendo a lo largo de la vida, y que puede enriquecerse, desarrollarse, reorganizarse (Rascovan, 2004).

En ese proceso de búsqueda, se considera fundamental brindar información actualizada tanto sobre las posibilidades de estudio como de inserción real en los campos laborales, así como crear espacios en los que los estudiantes puedan dialogar y reflexionar entre ellos y con otros actores. Creemos que estos intercambios son oportunidades de enriquecer su experiencia, que es otra de las dimensiones que aportan a la construcción de la vocación.

Con esta finalidad se convoca a todos los servicios del área a participar en un ciclo de actividades cuyo desarrollo pretende abarcar tanto los principales rasgos propios de cada carrera, los diferentes perfiles y competencias profesionales, los diversos ámbitos de inserción laboral, así como aspectos testimoniales de la experiencia personal de quienes las estudian o ejercen: vivencias, motivos o circunstancias que determinaron la elección o el ingreso a una carrera, obstáculos y gratificaciones que se encontraron en el trayecto estudiantil y en el ejercicio profesional, evaluación del camino recorrido y perspectivas futuras.

En el año 2017 hemos contado con la participación de las Facultades de Medicina, Enfermería y Psicología, la Escuela de Nutrición, el Instituto Superior de Educación Física, la Licenciatura en Biología Humana, la Carrera Binacional de Obstetricia y las carreras Fisioterapia, Laboratorio Clínico, Hemoterapia, Salud Ocupacional, Instrumentación Quirúrgica y Podología de la Escuela Universitaria de Tecnología Médica, así como de su coordinadora local.

Las instancias que siguieron al taller "Orientación vocacional y trayectorias" en esta edición fueron la Mesa redonda: "El rol del psicólogo en diferentes ámbitos de trabajo en la región", las Charlas "Carrera Binacional de Obstetricia e inserción laboral de la Licenciatura en Obstetricia", "Instituto Superior de Educación Física, vinculación con otros campos y salida laboral", "El quehacer profesional del médico", "Biología Humana, una oferta flexible", el Video "Derechos sexuales y reproductivos"; el Taller "Ser licenciado en Nutrición: abordaje desde el Plan de estudios y el desempeño profesional" y presentaciones sobre la Facultad y la carrera de

Enfermería y sobre diferentes carreras de la Escuela Universitaria de Tecnología Médica (EUTM). Como forma de dar cohesión y sentido al ciclo de actividades, se plantea a los estudiantes una tarea individual, escrita, de reflexión, que deben realizar en forma sostenida a lo largo de todo el módulo. Este trabajo de reflexión personal se suma a la reflexión colectiva que se da en los encuentros, ya que por un lado se considera importante promover el conocimiento de uno mismo y por otro, se considera que compartir con otros que pasan por situaciones similares disminuye la ansiedad que genera la situación de elegir (Mosca y Santiviago, 2010).

La tarea que se propone consiste en vincular cada una de las visiones aportadas por los actores invitados con los gustos, intereses y aptitudes propios de cada estudiante, con la finalidad de contribuir a la búsqueda personal de un camino para transitar.

Se considera que la realización de la misma es clave en dicho proceso, en tanto impulsa a los estudiantes a contactarse con aspectos personales y a interrogarse sobre cómo visualizan su futuro. La tarea es escrita, ya que valoramos la escritura como contribución a la comprensión de uno mismo, además de considerarla una actividad de aprendizaje y una herramienta para organizar ideas y desarrollar el pensamiento (Carlino, 2005). En ese sentido la modalidad de esta tarea también potencia sus resultados.

Resultados

De un total de 143 estudiantes que culminaron el curso Universidad y Profesionales de la Salud en el 2017, el 94% valoró positivamente el ciclo de charlas y el 6% consideró que no le aportó en su elección de carrera. Dentro de los que realizaron una valoración positiva el 24% manifestó que le brindó elementos para definir su trayecto y el 76% que reafirmó la elección que ya había realizado. Si bien el curso no es de asistencia obligatoria, se ha mantenido en este módulo un alto porcentaje de asistencia, y en el caso de una instancia que no pudo concretarse en la fecha prevista, varios estudiantes solicitaron que la misma se realizara en otro momento, aunque para eso tuviéramos que extender el curso otra semana, demostrando interés en no perderla. Asimismo, la frecuente participación de los alumnos en las actividades revela su aprecio e involucramiento en la propuesta. Por otra parte, los actores invitados, especialmente los docentes, también manifestaron su satisfacción por haber participado, y en muchos casos agradecieron la oportunidad y el espacio brindado para tener un acercamiento a los estudiantes, compartir experiencias y difundir sus carreras.

Como parte de la tarea se les pidió a los estudiantes que valoraran si el ciclo de charlas les aportó elementos para definir o reafirmar su futuro trayecto en la universidad. Además, se realizó una evaluación individual, escrita, una vez finalizado el curso. Transcribimos a continuación algunos de los comentarios de los estudiantes obtenidos en ambas instancias.

En algunos casos manifiestan haber elegido o reafirmado su orientación a partir de este módulo: *“El ciclo de charlas me pareció una gran idea, en lo personal ya tenía decidido qué carrera iba a seguir (Psicología) y luego de la charla referida a la misma, con más información de la que tenía previamente como la inserción laboral, ámbitos en los que se trabaja, temas que se tratan y forma de relacionamiento con los pacientes, reafirmé que es la profesión que quiero ejercer”.*

“Pude decidirme por una carrera.”

“Durante el ciclo de las charlas me decidí a estudiar psicología.”

En otros casos los estudiantes señalan que estas actividades les permitieron acotar sus opciones:

"Este ciclo de charlas me ayudo bastante ya que no sabía para qué lado seguir y ahora tengo dos carreras en las cuales me siento identificada y voy a seguir adquiriendo conocimientos para ver a cuál de las dos doy seguimiento en mi trayectoria por la universidad."

"Las charlas que se llevaron a cabo en el curso fueron de gran ayuda para poder decidirme completamente acerca de mi futuro. Ya que al comenzar el año tenía dudas de que carrera seguir, ya que tenía dos opciones, una era fisioterapia y la otra nutrición y luego de las charlas pude tomar la decisión de seguir la carrera de Licenciado en nutrición."

También encontramos comentarios que consignan que, en el caso de algunos estudiantes, el curso problematizó la decisión que habían tomado anteriormente:

"Creí estar segura de mi vocación, y la carrera que haría, hasta el día que Biología Humana dio la charla, y desde ese momento no dejo de pensar que es lo que realmente quiero hacer."

En ocasiones cambió el rumbo que traía el estudiante:

"Tratándose de las charlas, en la profesión que voy a seguir me ayudó mucho ya que nutrición es una nueva opción que elegí después de las charlas."

Frente a la pregunta planteada: "¿Considera que el curso cambió de alguna manera tu forma de pensar? ¿En qué sentido?", algunas de las respuestas fueron las siguientes:

"El curso me ayudó mucho a abrir mi mente en sentido de mi carrera, siempre me asustó el poder hacer algo y que después no me gustara. Pero oír las charlas reforzaron mi pensar. Y quedé muy contenta."

"El curso cambió mi forma de pensar durante el ciclo de charlas, donde cambió mi forma de ver los roles profesionales. Deje de pensar en el rol de algunos profesionales solo en ámbitos como consultorios y ver más ámbitos de comunidad."

"En cuanto a mi forma de pensar considero que en cierta medida el curso tuvo implicancia para que pueda pensar diferente debido a que se nos dio a conocer de una forma completa cómo está organizada y funciona la Universidad. También porque aportó herramientas para trabajar en equipo, interactuar con personas y conocer las diferentes ofertas universitarias que existen en la región."

En todos estos casos los estudiantes advirtieron el efecto de las actividades realizadas sobre su pensamiento, mientras que la última respuesta revela que la valoración positiva del curso no se restringe al apoyo para la toma de decisión vocacional, sino que alude a herramientas de gran importancia para el desempeño estudiantil y para el ejercicio profesional, como el trabajo en equipo o la interacción con otras personas. En un sentido diferente, otro estudiante manifiesta cierto alivio al entender que no es necesario tener todo el futuro decidido en la etapa que están viviendo.

"Sí, me ha demostrado que la universidad es más que un centro de estudios, sino que también es un centro de investigación y de extensión. Que recursar o no saber que profesión te define es parte del proceso de aprendizaje"

En algunas respuestas de estudiantes se vislumbra que el impacto del módulo trasciende el ámbito vocacional y se extiende a otras órbitas de la vida:

"Cambió mi manera de pensar al "enfrentarme" a profesiones como Biología Humana, Nutrición, Obstetricia, entre otras. Yo tenía una idea, que resultó coincidir poco con lo que realmente era la profesión. Por ende, de ahora en más, no crearé una supuesta idea de una profesión sin antes conocerla."

También se planteó a los alumnos la siguiente interrogante: ¿Consideras que el curso cambió de alguna manera tu forma de actuar? ¿En qué sentido?

"Si, después de cada clase me daba curiosidad por seguir buscando información sobre lo charlado en clase."

"Cambió mi manera de actuar, porque como dije anteriormente ahora me cuestiono más cosas y eso influye, primero en mis pensamientos y luego en mis acciones. Ya sea frente a la universidad o a la vida misma."

Conclusiones

A partir del análisis de las respuestas de los alumnos en las evaluaciones realizadas podemos inferir que el módulo "Profesionales de la Salud" del curso "Universidad y profesiones de la salud" cumple con los objetivos planteados en el programa no sólo en el sentido de proporcionar información sobre las carreras y profesiones del área de la salud sino también de promover la reflexión y el diálogo con diferentes actores universitarios y del mundo del trabajo con los cuales los estudiantes de hoy y futuros profesionales deberán interactuar. Confiamos en que estos intercambios y reflexiones predisponen hacia una búsqueda personal más que hacia una elección final, apuntando al fortalecimiento de su autonomía.

Si, como señala Rascovan (2004), el proceso de Orientación vocacional es el "acompañamiento en determinado período de transición a construir una decisión, a partir de establecer un espacio y un tiempo en el que, ante todo, se pueda pensar, imaginar, soñar, como forma de elaborar un proyecto futuro" (Rascovan, 2004, pp8), creemos que la estrategia diseñada para implementar la última parte del curso contribuye en alguna medida con el mismo.

Referencias

- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Mosca De Mori, A., Santiviago, C. (2010). Conceptos y herramientas para aportar a la orientación vocacional ocupacional de los jóvenes. *Uruguay: SOVO y PROGRESA*. Recuperado de: <http://www2.compromisoeducativo.edu.uy/sitio/wp-content/uploads/2013/10/MANUAL-CONCEPTOS-Y-HERRAMIENTAS-OVO.pdf>
- Rascovan, S. (2004) Lo Vocacional: una revisión crítica. *Revista Brasileira de Orientação Profissional*, No 5 (2). Recuperado de: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbop/v5n2/v5n2a02.pdf>
- Rasnik, Sofía y Kanovich, Susana. (2011). Cursillo de introducción a la vida universitaria en una sede del interior de la Universidad de la República (Uruguay). *IV Encuentro Nacional y I Latinoamericano sobre Ingreso a la Universidad Pública*. Tandil, Buenos Aires, Argentina. CD Room, ISBN 9789506582616
- Santiviago, C.; Mosca De Mori, A.; De León, F. y Rubio, V. (2015). Democratización de la orientación vocacional ocupacional. *Convocación, revista interdisciplinaria de reflexión y experiencia educativa*, N° 26, 29-38. Recuperado de: <http://revistaconvocacion.com.uy/2015/07/>
- Santiviago, C; V. Rubio; F. De León (2014): La Orientación Vocacional Ocupacional de la Universidad de la República. Ponencia presentada en el *Primer Congreso Internacional de la Red Latinoamericana de Profesionales de la Orientación*, San José de Costa Rica. Recuperado de: <https://www.cpocr.org/wp-content/uploads/2014/11/Memoria-Congreso-de-Profesinales-en-Orientacion-2014.pdf> (409-425)
- Sanz Oro, R. (2014): El enfoque de los programas de Orientación: La orientación colectiva, personal y social. Conferencia presentada en el *Primer Congreso Internacional de la Red Latinoamericana de Profesionales de la Orientación*, San José de Costa Rica. Recuperado de: <https://www.cpocr.org/wp-content/uploads/2014/11/Memoria-Congreso-de-Profesinales-en-Orientacion-2014.pdf> (67-85)

Datos de los autores

Artía, Zoraima: Estudiante avanzada de la Licenciatura en Biología Humana. Actualmente se desempeña como Ayudante de la Unidad de Apoyo a la Enseñanza del CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú.

Rasnik, Sofía: Doctora en Derecho y Ciencias Sociales. Magíster en Procesos Educativos mediados por tecnologías. Asistente de la Unidad de Apoyo a la Enseñanza del CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú.

Díaz, Carlos: Licenciado en Fisioterapia. Actualmente se desempeña como Ayudante en la carrera de Licenciado en Fisioterapia de la Escuela de Tecnología Médica-Facultad de Medicina y en la Unidad de Apoyo a la Enseñanza del CENUR Litoral Norte-Sede Paysandú.

Kanovich, Susana: Licenciada en Ciencias Biológicas y Magíster en Educación. Actualmente se desempeña como Profesor Adjunto de la Unidad de Apoyo a la Enseñanza del CENUR Litoral Norte - Sede Paysandú

Integración de las materias básicas en las carreras de Ingenierías. Funciones Paramétricas y partículas en movimiento

Pintos, Susana^(1,a) - Diego Conte^(2,b) - Laura E. Navas^(3,c)

1. Profesor Adjunto Interino de Análisis Matemático I U.A.D.E.R.

2. Profesor Adjunto Ordinario Física General I U.A.D.E.R.

3. Jefa de Trabajos Prácticos Interino de Ecuaciones Diferenciales. U.A.D.E.R

Facultad de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Entre Ríos 25 de mayo 353 - Concepción del Uruguay – Entre Ríos

(a) susanapintos@hotmail.com, (b) contediego13@gmail.com, (c) ing.lauranavas@gmail.com

Resumen

Se propone una actividad de integración y articulación de contenidos, entre las Cátedras Análisis Matemático I y Física General II de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. Se busca enfrentar a los estudiantes a un problema de aplicación de conceptos de física referidos al movimiento de partículas cargadas que se mueven en un campo eléctrico y magnético, y a la transferencia de contenidos matemáticos para su interpretación y resolución. La modelización a partir de páginas interactivas les permitirá comprender no sólo la necesidad de integrar la matemática a la física, de manera que no queden como disciplinas aisladas, sino también, ver en forma dinámica el comportamiento de las partículas, estimulando así a los estudiantes el interés por la física, por la matemática integradas para que puedan ser aplicadas a la cotidianidad de cada sujeto que aprende. La propuesta pedagógica es *“la enseñanza para la comprensión”* la cual es una estrategia (argumentativa, interpretativa y propositiva), sin trabas e inconvenientes de comprender y habilitar al trabajo autónomo y al desarrollo del pensamiento crítico, según las cuales todos los individuos tienen esta capacidad como ha descrito Howard Gardner en las inteligencias múltiples. Esta experiencia ha permitido a los estudiantes relacionar el movimiento de las partículas con gráficas de funciones, modelizar situaciones articulando la matemática y la física, de manera que no queden como disciplinas aisladas, sino más bien, integradas para que puedan ser aplicadas a la cotidianidad de cada sujeto que aprende.

Palabras clave: Articulación - Integración - Partículas - Parametrización – TIC

1. Introducción

La presunción es que, articulando, se logrará incrementar los niveles de aprendizaje significativo en los estudiantes tanto sobre los contenidos curriculares como en el logro de objetivos transversales. También mejorará significativamente la adquisición de competencia y habilidades para aprender a aprender, crear conocimiento colaborativamente en espacios virtuales, articular pensamiento crítico y creativo en forma escrita, fortalecer habilidades de acceso y uso de información, entre otras. La propuesta pedagógica es *“la enseñanza para la comprensión”* la cual es una estrategia (argumentativa, interpretativa y propositiva) como la manera de actuar, sin trabas e inconvenientes de comprender y habilitar al trabajo autónomo y al desarrollo del pensamiento crítico, según las cuales todo el individuo tiene esta capacidad como ha descrito Howard Gardner en las inteligencias múltiples. Respecto a la formación en Matemática y Física, hay una educación que ha vuelto hegemónicas algunas áreas del conocimiento, por tratar de considerarlas útiles para la producción, como lo son la Tecnología y la Ciencia; pero las Ciencias Exactas o Ciencias Duras son el soporte de ellas. Muchas veces, se tiende a creer que el trabajo repetido y eficaz con contenidos y procedimientos de matemática terminará desarrollando por sí solo un tipo de pensamiento matemático, provocando en ellos aburrimiento, mecanicismos desalentadores y apatía hacia la propia ciencia. Es así, que se observa desmotivación, dispersión, y la no comprensión del tema tratado en la clase. No pocas veces los estudiantes parecieran tener la percepción de que es solo accesible a un grupo minoritario de *“genios”* que cuentan con el talento para dominarla. Con respecto a esta problemática surge la propuesta para la didáctica de las ciencias exactas, como un reconocimiento de su utilidad para cuestionarse sobre la existencia de las *“cosas”* y fundamentar las bases y las leyes para tratar de darle sentido. La comprensión de los fenómenos relacionados con el aprendizaje es esencial, porque permite especificar cierto nivel de restricciones con los cuales la enseñanza debe enfrentarse para lograr su cometido. Pero debe quedar claro que la enseñanza tiene un componente de intencionalidad, de marcas socialmente significativas, que los problemas de aprendizaje no poseen. Las TIC pueden ofrecer aportes para la enseñanza de las diversas áreas de estudio como fuentes de información, banco de recursos, intercambio de prácticas entre alumnos y entre docentes. Pero, sin embargo, existen algunos aspectos particulares de la enseñanza de la física y la matemática en los cuales las TIC pueden hacer aportes significativos. [1]

2. Marco teórico

Los descubrimientos importantes del pensamiento humano no aparecen por *“arte de magia”*, ni surgen *“porque sí”*. Newton (1642-1727) y su manzana es tan sólo una leyenda. Y el cálculo infinitesimal, inventado por Newton y Leibniz (1646-1716), es heredero de muchos matemáticos y pensadores. Las curvas han sido *“hijas predilectas”* de la geometría desde los tiempos de la Grecia clásica. Asociadas al movimiento y a los fenómenos físicos, conocer sus propiedades y disponer de métodos que permitieran calcular, por ejemplo, su longitud, fueron problemas que perduraron durante siglos. Eudoxo (408-355 a.C.) y Arquímedes (287-212 a.C.) son los pioneros en tratar con partes muy pequeñas, de cuya unión surgiría el total, ya se trate de un área o de una longitud. Por otro lado, desde mediados del siglo XVII, comenzaron a surgir ideas que enfocarían de otro modo los problemas relativos a las curvas: la manera analítica, a diferencia de la geométrica seguida hasta entonces. René Descartes (1596-1650) asoció a cada curva una expresión algebraica, una ecuación o fórmula que la representa formalizando de algún modo las curvas. Pierre Fermat (1601-1665), otro de los grandes de la época, encontró un método para averiguar en qué puntos una curva se hace máxima o mínima. Y el inglés John Wallis (1616-1703) consiguió probar que los dos grandes

problemas relacionados con las curvas –determinar sus tangentes y calcular el área que encierran– están relacionados. Wallis, brillantemente, probó que para calcular un área basta conocer las tangentes de otra curva. ¿Por qué tanto esfuerzo sobre los mismos conceptos? En esta época, las curvas se interpretan no sólo como entidades geométricas sino como la trayectoria de un móvil, como la expresión del movimiento de un objeto. Y ello choca con conceptos muy profundos, porque el movimiento es continuo, sin saltos, y el tiempo transcurre, también, en forma continua. Y al tratar con cantidades tan pequeñas como se quieran obliga a pensar que no hay un instante posterior a uno dado, ni hay un punto siguiente a otro, todo un desafío para la imaginación. [2]

2.1 *Curvas planas y ecuaciones paramétricas.*

La idea de una curva en el plano como una línea continua que puede dibujarse de un trazo, sin levantar el lápiz del papel, es esencialmente correcta. Las circunferencias, las elipses, los astroides son todas ellas curvas. Faltarían más. Ninguna de ellas puede ser representadas por una igualdad de la forma: $y = f(x)$

Las curvas que pueden representarse por una ecuación cartesiana del tipo: $y = f(x)$ son curvas muy particulares pues son gráficas de funciones. Cuando se dice "sea la curva dada por la ecuación" es en referencia a la curva cuya imagen es el conjunto de puntos del plano: $\{x \in [a, b] / y = f(x)\}$, es decir, a la gráfica de f . Si se lo piensa, muy pocas curvas son gráficas de funciones. Para que una curva sea una gráfica de f es necesario que cualquier recta vertical la corte como máximo en un solo punto; ninguna curva cerrada cumple esta condición.

Precisamente entre las curvas cerradas se encuentran algunas de las curvas más interesantes, a ellas pertenecen los distintos tipos de óvalos, lemniscatas, las cardioides, y muchas más. Vamos a ver ahora una forma de representar curvas planas mucho más general que las ecuaciones cartesianas del tipo $y = f(x)$ que sólo sirven para representar curvas que también son gráficas. Considerando una curva que viene dada

por una ecuación de la forma:
$$\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases}$$

consiste en que *ambas coordenadas sean funciones continuas de un parámetro.* [3]

Un lugar geométrico tiene una representación analítica, la cual es una sola ecuación que contiene dos variables. La representación analítica de una curva utilizando dos ecuaciones, que se llaman ecuaciones paramétricas de la curva. Reciben este nombre aquellas ecuaciones en que las variables x e y , cada una separadamente, están expresadas en función de la misma tercera variable, designada por la letra t , la tercera variable, comúnmente llamada variable paramétrica.

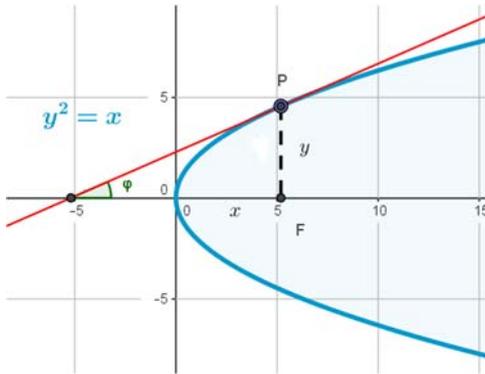
Estas ecuaciones se representan en la siguiente forma general: $x = f(t)$ e $y = g(t)$. Es muy importante aclarar que estas dos ecuaciones paramétricas representan una sola curva perfectamente referida a un sistema de ejes cartesianos.

Definición: "Si f y g son funciones continuas en un intervalo I , entonces a las ecuaciones $x = f(t)$ y $y = g(t)$ se las llama ecuaciones paramétricas y a t se lo llama parámetro. Al conjunto de los puntos (x, y) que se obtiene cuando t varía en el conjunto I se la llama la gráfica de las ecuaciones paramétricas. A las ecuaciones paramétricas y a la gráfica, juntas es a lo que se llama una curva plana, que se denota por C ". [4]

Decimos que $\gamma = \begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \end{cases}$ son las ecuaciones paramétricas de la curva. Si $I = [a, b]$ el punto $\gamma(a)$ es

el *origen* y $\gamma(b)$ el *extremo* de la curva. Si $\gamma(a) = \gamma(b)$ se dice que la curva es *cerrada*.

a. **De la parábola:** para este tipo de curva la ecuación es: $y^2 = 2px$. Que es la ecuación de una parábola horizontal con vértice en el origen, φ es el ángulo de inclinación de la tangente a la parábola en el punto P, como se muestra en la figura adjunta. El valor de la pendiente m de una recta tangente a una parábola, si se conoce el punto de tangencia, es:



$$y^2 = 2px \quad (1)$$

$$\tan \varphi = m = \frac{y}{2x} \quad (2)$$

$$2x = \frac{y^2}{p} \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (2) $\tan \varphi = m = \frac{p}{y} \quad (4)$

$$\cot \varphi = \frac{y}{p} \quad \text{despejando} \quad y = p \cot \varphi \quad (5)$$

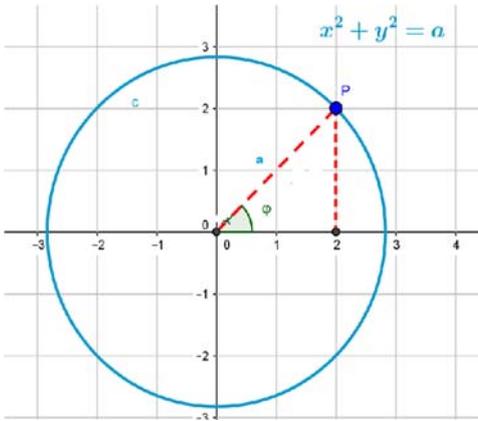
Según la ecuación (3) $x = \frac{p^2 \cot^2 \varphi}{2p} \Rightarrow x = \frac{p \cot^2 \varphi}{2} \quad \begin{cases} x = \frac{p}{2} \cot^2 \varphi \\ y = p \cot \varphi \end{cases} \quad (6)$

Que son las ecuaciones paramétricas de la parábola horizontal con vértice en el origen.

De la misma manera, partiendo de la ecuación de la parábola vertical con vértice en el origen, las

ecuaciones paramétricas correspondientes son: $\begin{cases} x = p \tan \varphi \\ y = \frac{p}{2} \tan^2 \varphi \end{cases}$

b. De la circunferencia: Para el caso de una circunferencia de radio a y parámetro φ , también con centro en el origen. Si $P(x, y)$ es un punto cualquiera de la curva, las ecuaciones paramétricas de acuerdo



a la figura adjunta son: Considerando a P un punto cualquiera de la curva y a como el radio de la circunferencia.

De la figura se tiene: $\text{sen}\varphi = \frac{y}{a}$, $\text{cos}\varphi = \frac{x}{a}$

Despejando tendremos las ecuaciones paramétricas:

$$\begin{cases} x = a \cos \varphi \\ y = a \text{sen} \varphi \end{cases}$$

En este caso observamos que el coeficiente a es el mismo, puesto que representa el radio de la circunferencia. [5]

2.2 Movimiento de cargas puntuales en campos eléctricos

Cuando una partícula con carga q se coloca en un campo eléctrico E , esta experimenta una aceleración debido a la fuerza eléctrica originada por dicho campo. Si la fuerza eléctrica es la única fuerza significativa

que actúa sobre la partícula, ésta adquiere una aceleración $a = \frac{q}{m} E$

siendo m la masa de la partícula. En el caso de un campo eléctrico uniforme, la trayectoria de la partícula es una parábola semejante a la de un proyectil en un campo gravitatorio uniforme. [6]

Los problemas de electrones moviéndose en campos eléctricos constantes, se pueden resolver utilizando las fórmulas de movimientos con aceleración constante, o las ecuaciones correspondientes al tiro de proyectiles.

2.3 Movimiento de una carga puntual en el interior de un campo magnético

Una característica importante de la fuerza magnética que actúa sobre una partícula móvil a través de un campo magnético es que la fuerza es siempre perpendicular a la velocidad de la partícula. La fuerza magnética por consiguiente no realiza trabajo sobre la partícula y la energía cinética de ésta no se ve afectada por esta fuerza. La fuerza magnética solo modifica la dirección de la velocidad, pero no su módulo.

En el caso especial en que la velocidad de una partícula sea perpendicular a un campo magnético uniforme, la partícula se mueve describiendo una órbita circular. La fuerza magnética proporciona la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular. Podemos relacionar el radio de la circunferencia r , con el campo magnético B y la velocidad de la partícula v , haciendo que la fuerza resultante sea igual a la masa m multiplicada por la aceleración centrípeta v^2 / r (7), de acuerdo con la segunda ley de Newton. La fuerza neta en este caso es $F = qvB$ (8) ya que el vector velocidad es perpendicular al campo magnético. Así pues, la segunda ley de Newton resulta [6]:

$$F = ma \quad (9)$$

Sustituyendo (7) y (8) en (9):

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \quad (10)$$

o sea,

$$r = \frac{mv}{qB} \quad (11)$$

3. Desarrollo

Aplicación práctica

Utilizando el simulador que se encuentra en la siguiente página http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/mov_campo/mov_campo.html, describir el movimiento de una partícula en los casos planteados. Encontrar la expresión de la curva que describe su movimiento.

Caso I:

Campo magnético: 0

Campo eléctrico: 10000 N/C

A partir del tiempo obtenido en la aplicación y de los datos del problema encontrar la ecuación de la trayectoria y los valores de las coordenadas x e y . Considerar la carga de la partícula: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, la masa de la partícula: $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ K}$. Velocidad de la partícula: $3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

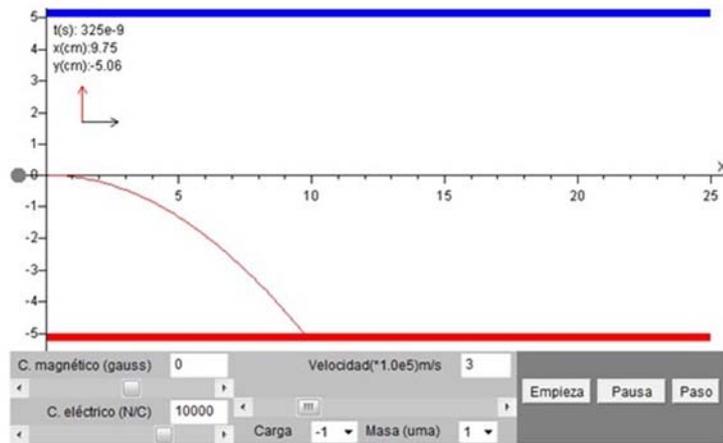


Figura I. Simulación de la trayectoria de un electrón moviéndose en un Campo Eléctrico

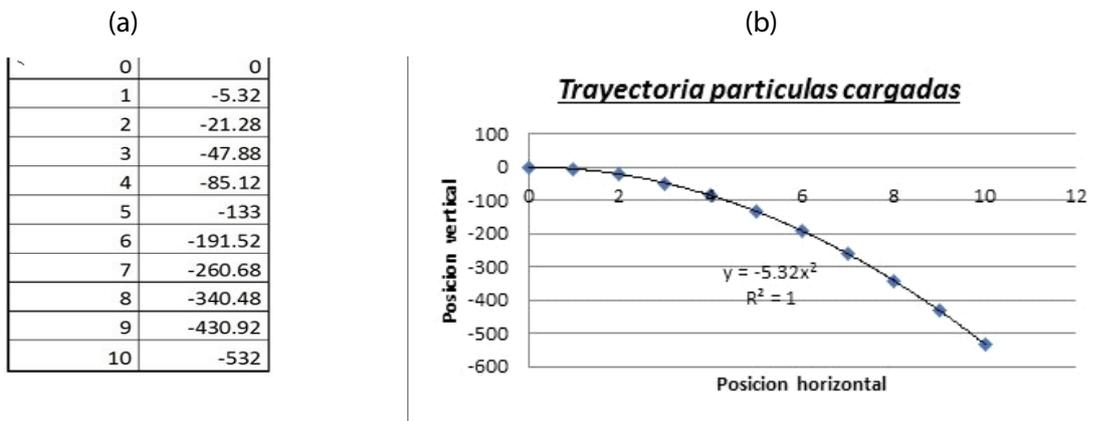


Figura II. (a) Tabla obtenida por los estudiantes a partir de la ecuación de la trayectoria. (b) Grafica de la trayectoria seguida por el electrón.

Caso II:

Campo magnético: 0

Campo eléctrico: 3000 N/C

Calcular de la velocidad de la partícula y del tiempo que tarda en chocar con la placa positiva. Considerando la carga de la partícula: $-1,6 \cdot 10^{-19} C$, la masa de la partícula: $1,67 \cdot 10^{-27} kg$ y la longitud de la placa positiva: $0,25m$

El resultado de la velocidad con la que el electrón golpea la placa positiva. Obtenida por los alumnos en

$$\text{forma analítica: } v_0 = \frac{x}{t} = \frac{0,25m}{5,9 \cdot 10^{-7} s} = 4,24 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$$

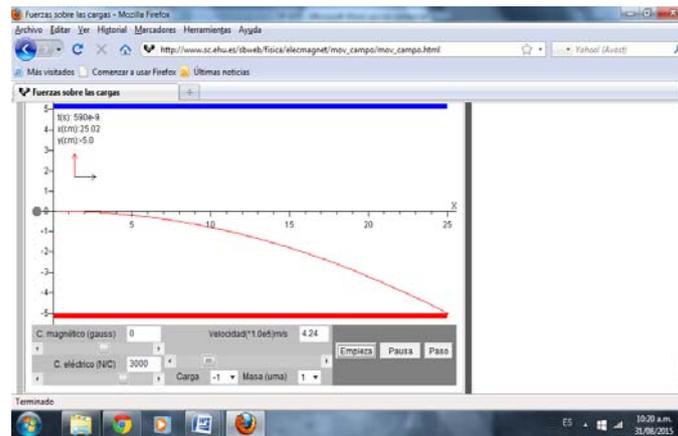


Figura III. Simulación obtenida en el applet. El electrón está golpeando justo la placa positiva.

Caso III:

Campo magnético: $700\text{Gauss} = 0,07\text{Tesla}$

Campo eléctrico: 0

Calcular el radio y la ecuación de la circunferencia. Con la carga de la partícula: $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$, la velocidad de la partícula: $1,5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ y una masa de $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

(a) Simulación

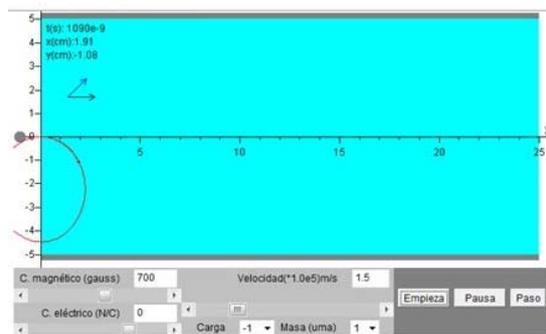
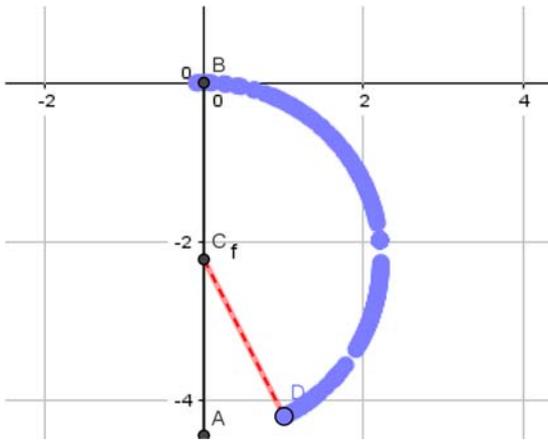


Figura IV. (a) Trayectoria circular seguida por el electrón en presencia de un campo magnético uniforme.

(b) Cálculo del radio obtenido por los estudiantes:
$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 1,5 \cdot 10^5 \text{ m/s}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,07 \text{ T}} = 0,0223 \text{ m}$$



$$\begin{cases} \theta = \omega t \\ \cos \theta = \frac{x}{r} \Rightarrow \begin{cases} x = r \cos \theta \\ y = r \sin \theta \end{cases} \\ \sin \theta = \frac{y}{r} \end{cases}$$

$$x^2 + y^2 = r^2 \Rightarrow (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t)$$

$$x^2 + (y+2)^2 = 2.2^2$$

Figura IV. (b) Simulación de la situación con Geogebra

Caso IV:

Campo magnético: $100 \text{ Gauss} = 0,01 \text{ Tesla}$

Campo eléctrico: 0

Detener la partícula en la posición $x = 9,27 \text{ cm}$ e $y = 2,17 \text{ cm}$, y corroborar analíticamente con las ecuaciones paramétricas.

Velocidad de la partícula: $2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

Carga de la partícula: $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Masa de la partícula: $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

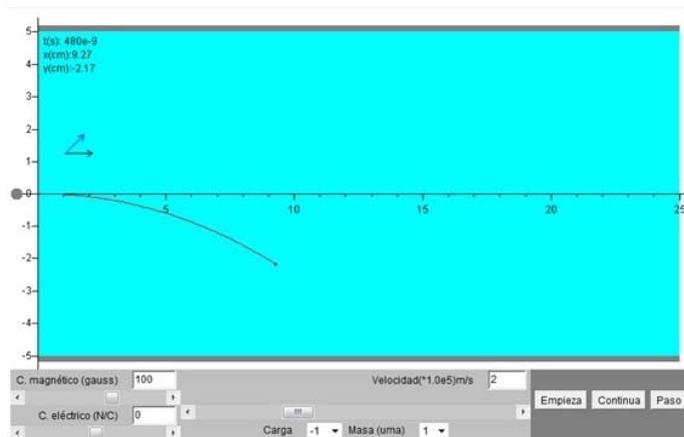
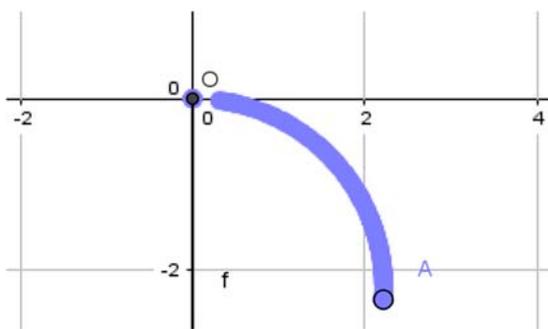


Figura V (a) Porción de trayectoria circular seguida por el electrón en presencia de un campo magnético uniforme.

Corroboración analítica

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,01 \text{ T}} = 0,02075 \text{ m} \quad \omega = \frac{qB}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,01 \text{ T}}{-1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 9,64 \cdot 10^5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Analizando geoméricamente la situación obtenemos la siguiente ecuación que modeliza el problema:



$$\begin{cases} x = r \sin \theta \\ y = r - r \cos \theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = r \sin \omega t \\ y = r(1 - \cos \omega t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,2075 \text{ m} \cdot \sin \left(9,64 \cdot 10^5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 480 \cdot 10^{-9} \text{ s} \right) = 0,094 \text{ m} \\ y = 0,2075 \text{ m} \left(1 - \cos \left(9,64 \cdot 10^5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 480 \cdot 10^{-9} \text{ s} \right) \right) = 0,0227 \text{ m} \end{cases}$$

Figura V. (b) Simulación de la situación con Geogebra

4. Conclusiones

La transformación vertiginosa de las instituciones educativas que se manifiesta a nivel económico, organizativo, administrativo y académico, derivada de desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's), y evidenciada en la tendencia hacia la globalización, la generalización, expansión del conocimiento y la evolución del mercado laboral, trae consigo la necesidad de realizar cambios en la práctica docente y principalmente en el trabajo que debe realizarse en el aula. Si se piensa la educación como la posibilidad de brindar a los estudiantes herramientas para que descubran, fortalezcan y usen el pensamiento crítico, más allá del aula, al resolver problemas de la vida cotidiana, es necesario buscar nuevas estrategias y recursos para insertar al estudiantado a estos nuevos aprendizajes. Los simuladores son excelentes recursos digitales que permiten realizar la articulación y transferencia de conocimientos, debido a que con ellos es posible utilizar diversos campos interpretativos y registros de representación de una situación planteada. Esta experiencia ha permitido que los estudiantes de segundo año puedan comprender conceptos abstractos y complejos que no son observables a simple vista, ya que realizaron conversiones entre los registros para representar y resolver un mismo problema y esto permitió obtener un conocimiento más acabado de los conceptos trabajados. Les ha permitido relacionar el movimiento de las partículas con gráficas de funciones. Es importante a la hora de enseñar disciplinas provenientes de las ciencias exactas explicitar con qué finalidad, cómo y para qué queremos que los estudiantes aprendan dichos conceptos, en este caso, la modelización les ha permitido también entender la necesidad de integrar la matemática a la física, de manera que no queden como disciplinas aisladas, sino más bien, integradas para que puedan ser aplicadas a la cotidianidad de cada sujeto que aprende.

5. Referencias

- [1] Petrosino, Jorge. Enseñando Física con las TIC. Primera edición. Cenage Learning
- [2] Gregoret, A., Albione, M., Núñez, A., Cálculo Diferencial e Integral en una variable real, Tomo I. Primera edición. Cenage Learning Argentina 2013. ISBN 978-987-1954-02-5
- [3] http://www.ugr.es/~dpto_am/docencia/cie_mat_calculo/aplicaciones_integral/Links/aplicaciones_integral_ink_4.html (Último acceso: 06 06 2017)
- [4] Larson-Hostetler-Edwards. Cálculo II de varias variables 8^{va} edición Mc Graw Hill
- [5] https://expediente.ues.edu.sv/uiu/elementos_estudio/matematica/Jesus%20Infante%20Murillo%20-%20Geometria%20Analitica/10.%20Ecuaciones%20Parametricas.pdf
- [6] Tipler, P., Física tomo II Tercera edición. Editorial Reverté 1994. ISBN-84-291-4368-8 Argentina. 2013.

Anexos

Datos de los autores

Pintos Susana: Arquitecta egresada de la Universidad de Buenos Aires. Actualmente se desempeña como Profesora Adjunta de Análisis Matemático I en la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Universidad de Concepción del Uruguay y en la Universidad Tecnológica Nacional Regional Concepción del Uruguay en las donde también desempeña como secretaria del Departamento de Materias Básicas.

Conte, Diego: Licenciado en Ciencias Aplicadas egresado de la Universidad Tecnológica Nacional, Profesor en Matemática, Profesor en Física egresado del Instituto de Enseñanza Superior "Victoria Ocampo". Especialista en Educación Científica (falta trabajo final) de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Actualmente se desempeña como Profesor Ordinario Adjunto de Física General II, Laboratorio II, Profesor Adjunto interino en Física General I en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Profesor Titular Interino en Física General en la Universidad de Concepción del Uruguay, Director de Carrera del Profesorado en Física de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos, Integrante del Grupo de investigación en Problemática Educativa y Docente Investigador categoría V de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Ha participado en numeroso congreso desempeñándose principalmente en el área la enseñanza de la Física y las TIC.

Laura Evangelina Navas: Magister de la Universidad de Buenos Aires en Ingeniería de Dirección Industrial, 2015. Ingeniera Industrial egresada de la Universidad Nacional de La Plata, 2006. Actualmente se desempeña como Jefa de Trabajos Prácticos en la cátedra de Ecuaciones Diferenciales de UADER y en la Universidad Tecnológica Nacional (FRCU) como Jefa de Trabajos prácticos en las cátedras de Análisis Matemático I, Organización Industrial I y II.

Buscando el repaso de cálculos básicos de concentración, mediante motivación con nuevas tecnologías y cambios contextuales.

Repaso de cálculos de molaridad para concientizar sobre automedicación.

Autores: Scarabini, Rocío^(1,a), Vespa, Evelyn^(2,b), Zorrilla, Jimena^(3,c), Texeira, Javier^(4,d)

Pertenencia Institucional:

Departamento de Química, Centro Regional de Profesores del Litoral. 50000, Salto, Uruguay

(a) rocioscarabini@hotmail.com, (b) vespaevelyn@gmail.com, (c) jimenazorrilla95@gmail.com
(d) javtex@hotmail.com

Eje temático: número 4

Resumen

El presente trabajo se realiza para crear una actividad práctica en contexto, para educación secundaria, en la materia Taller de diseño de actividades experimentales de 3° de Profesorado de Química. Se tiene un objetivo doble, el de lograr el repaso de cálculos básicos de concentración y el adquirir dominio en la creación e implementación de prácticas con el uso de TIC por parte de los integrantes del Taller.

En el taller, se realiza un trabajo grupal, donde se elige el tema y se investiga sobre la importancia del mismo para luego diseñar prácticas referidas a él. La automedicación fue el tema elegido, se investigó a nivel mundial en base al número de publicaciones internacionales valiéndose del Portal Timbó. En el centro de estudio se verificó la problemática a nivel local mediante encuestas. Se verifica que la automedicación está presente en publicaciones de todos los países, desde los poco alfabetizados con un 8.19% hasta los más alfabetizados con el 62.3% de las publicaciones totales en 2016. En el CeRP la mayoría de los encuestados no se automedica, pero es una problemática presente. La práctica diseñada presenta un problema ficticio y con simplificaciones, de automedicación a los estudiantes liceales, que ocurre por una abuela que suministra una "solución" con exceso de ácido acetilsalicílico a sus nietos. Ante esta situación los padres concurren a la emergencia, donde los alumnos divididos en grupos, emulan el trabajo de doctores y resuelven el problema mediante cálculos de concentración referidos a las concentraciones de la droga en la jarra de jugo considerando disolución total, pasaje total y rápido al volumen plasmático.

Al finalizar los cálculos los estudiantes envían sus resoluciones mediante sus celulares (WhatsApp) a una notebook del Plan Ceibal que los proyecta con un cañón. Finalmente se verán las diferentes respuestas aportadas, lo que dará lugar a una pequeña discusión de los problemas de automedicación. Empleando así las tecnologías desde la investigación para la formulación de la practica hasta como forma de motivación en el aula.

Luego de diseñada la práctica, el grupo de taller se divide en dos, uno secuencia y temporiza la actividad y diseña los métodos de evaluación, para poder realizar una visión objetiva de la práctica.

Luego de aplicar la práctica a dos grupos de dos liceos diferentes, se entiende la práctica motiva y desafía a los alumnos a aplicar sus conocimientos en otro contexto. Si bien se realizan varias simplificaciones en cuanto a la farmacología de la sustancia la experiencia crea conciencia de los problemas de automedicación, descontextualiza los cálculos del ámbito escolar y se logra motivar mediante el empleo de nuevas tecnologías. A su vez para el grupo la experiencia colabora con la formación profesional docente de los integrantes al experimentar la creación y evaluación de una actividad contextualizada.

Palabras claves (concentración, automedicación, práctica-autogestionada)

Introducción:

El grupo de Profesorado de Química con 4 horas semanales en la asignatura Taller I que tiene como cometido la realización de prácticas con fines de enseñanza y el dominio de técnicas de laboratorio; ha realizado una práctica para el repaso de los cálculos de concentración tan importantes en el trabajo en el laboratorio. Por esto se intenta unirlos con un tema más atrayente; se entendió que la sobredosis de alguna droga era un tema que podía demostrar la necesidad de realizar los cálculos de concentración y ser atrayente. Pero la sobredosis de droga no es tan común a nivel de secundaria uruguaya y puede ser entendida como apología, así que se opta por los problemas en la sobredosis de medicamentos. Como esta problemática es más evidente en la automedicación, se ambienta la práctica en este tema. Para verificar la autenticidad y la actualidad del problema se estudia la automedicación en el mundo a través de la cantidad de trabajos publicados. La actualidad en nuestro medio se verifica mediante encuestas realizadas en el centro de estudio.

La práctica diseñada trata de ser motivante por el tema y la implicación de nuevas tecnologías, por esto la comunicación de los resultados finales del trabajo grupal de los alumnos se realiza por WhatsApp y proyección en tiempo real de los mensajes recibidos en una pantalla en la clase.

Coincidimos así con De Lima et al (2016) en que las prácticas en la enseñanza de las ciencias ocupan un lugar privilegiado al facilitar el aprendizaje, acercarnos al mundo científico y favorecer el pensamiento crítico del alumno. Por otro lado estas experiencias son la oportunidad para plantear a los alumnos problemas en otro contexto, lo que sería trabajar en competencias, si es que la práctica logra realmente situar al alumno en otra realidad que no sea la escolar de hacer los cálculos o procedimientos solo con el fin de demostrar su dominio, sino que estos cálculos sean parte fundamental de la resolución de otro problema. En general las prácticas de laboratorio ocurren con los alumnos trabajando en grupos lo que resalta la interacción entre ellos, colaborando con fomentar la socialización, la discusión de ideas y su defensa, partes fundamentales de una ciudadanía bien entendida.

Meirieu (2009) expresa, que la enseñanza tiene lugar, cuando el deseo del alumno se articula fugazmente con alguna propuesta del docente, y es allí, donde ocurre una transmisión, la cual es fugaz pues es un encuentro.

Consideramos así que la manera de aprender, es ir buscando incansablemente lo que el maestro y el alumno desean, de forma de conciliar intereses.

Creemos que es importante la contextualización del conocimiento debido a que se desarrolla una situación de enseñanza-aprendizaje que utiliza el entorno como recurso pedagógico. Una educación contextualizada será la que motive las relaciones del conocimiento (en nuestro caso cálculos de concentraciones) con el contexto real del individuo y que lleve al conocimiento más allá, examinando las situaciones en otros contextos, analizando así sus contradicciones y encuentros. Se debe educar para la vida en comunidad, los contenidos de las instituciones educativas, deben hacer referencia a los problemas sociales actuales, para así, comprender la realidad. La existencia de procesos de enseñanza desconectados del contexto, no motivan la reflexión crítica sobre la realidad social del entorno.

Según Huertas (2006) la motivación no existe, es una construcción humana para tratar de entender un fenómeno que socialmente interesa. Se trata de "guiones motivacionales" en función de una meta, o sea, de creencias, deseos, los cuales modulan la acción del sujeto, para brindar más o menos energía a la acción.

Pansera et al (2016) al estudiar la motivación en el aula en escolares encuentran que coexiste la motivación extrínseca y la intrínseca y que es la misma para varones que para las niñas, esto es porque los niños si bien pueden disfrutar de la actividad no dejan de pensar en las consecuencias escolares de esta. Según Villwock y Valentini (2007) los alumnos cambian su motivación también con la escolarización pasando de una motivación por el gusto (intrínseca) a una motivación para lograr agradar al docente quizás para obtener mejor calificación siendo así una motivación extrínseca.

Pansera et al (2016) sugieren para lograr un predominio o el mantenimiento de la motivación intrínseca hay que lograr actividades contextualizadas, desafiantes y con autonomía de los estudiantes.

La práctica diseñada y ejecutada en este trabajo también tiene la finalidad de formar a los nuevos docentes (alumnos de taller I) y continuar perfeccionando las habilidades de docentes ya recibidos (docente responsable del taller y otros del departamento) en el ideal de lograr ser un buen docente. Pero ¿qué se entiende por un buen docente? Como es de prever la respuesta no está exenta de discusión. Hickman et al (2016) estudiando mediante redes semánticas en una universidad encuentran que las opiniones de docentes y alumnos no coinciden, en cuanto a quién sería un buen docente. Para los alumnos es importante la afectividad del docente, su personalidad y luego sus capacidades educativas. Para los docentes priman los conocimientos y formación disciplinar seguido de las habilidades pedagógicas. Pero a la hora de pensar como se debe evaluar el desempeño docente hay más concordancia entre alumnos y profesores entre la importancia del dominio de estrategias de enseñanza.

De la Mata et al en de Pablo (2009), establecen que hasta los discursos en el aula han sido establecidos a lo largo del tiempo, llegando a determinar el tipo de relaciones y un contexto mental compartido que no solo involucra al profesor que está hablando y a los alumnos sino a lo que cada uno conoce del otro, estableciendo así el tipo de relaciones que se desarrollen en clase. Eso lleva a que haya una construcción de conocimiento de tipo co-constructiva, o construcción conjunta, pudiendo hablar del aula como una comunidad de aprendizaje donde el profesor orchestra las actividades.

Se entiende así que en una práctica si bien se quiere contextualizar hay que tener muy en cuenta estas relaciones que se manifestaran en los alumnos y también en el docente.

Según Sancho en de Pablo (2009), cualquier aproximación a la tecnología está entre el conocimiento científico aplicado y como los artefactos producidos y su empleo. Es decir podemos centrarnos en las disciplinas y los conocimientos que generan las invenciones o en éstas mismas y los cambios que producen al ser empleadas. Muchas tecnologías han sido tan efectivas que experimentan la “desaparición” es decir ya no notamos que están pero esto solo confirma su eficiencia en la incorporación universal. Así hay que entender que en la educación coexisten muchas tecnologías, es verdad que no son todas nuevas, ni que una tecnología por el solo hecho de ser nueva será productiva. Esto nos puede llevar a suavizar muchas de las tensiones que se manifiestan frecuentemente como libros versus internet o incluso las de las prohibiciones de los celulares en el aula. Podemos recordar que los libros también fueron una nueva tecnología educativa. En acuerdo con Sancho en de Pablo (2009) entendemos que cada tecnología produce un cambio social y no solo social sino que a nivel del individuo pues posibilita otras formas de pensar y emplear la memoria u otras habilidades mentales. Coll et al., en de Pablo (2009) proponen que las TIC estén centradas en la actividad constructiva del alumnado así se propone que estas tecnologías se empleen para favorecer la comunicación, la discusión llegando a favorecer la construcción individual y conjunta del conocimiento.

Desarrollo:

Para saber si el tema de la **automedicación es un tema actual y mundial** se realizó una búsqueda por medio del portal Timbó, el cual posibilita el acceso online a la última bibliografía y literatura científica-tecnológica de todo el mundo.

Se realiza la búsqueda de artículos vinculados a “self medication” publicados en el año 2016, se diferencio entre publicaciones hechas en contextos socio-económicos desarrollados y subdesarrollados a sugerencia de Miguel Diana Prof. de Geografía. Para clasificar los países de esta forma se recurrió al informe UNESCO (2013). Al comenzar visualizamos que las publicaciones realizadas se podían dividir a su vez en automedicación controlada o libre, lo que refiere a implementar la automedicación de ciertos fármacos para lograr un efecto en una investigación supervisada por profesionales o la libre adjudicación de medicamentos sin receta médica, respectivamente.

Tabla I: Porcentaje de trabajos publicados durante el año 2016 en el Portal Timbó.

	62,31% grado de alfabetización alto	29,5% grado de alfabetización medio	8,18% grado de alfabetización bajo
Trabajos automedicación controlada	29%	11,4%	4,9%
Trabajo automedicación libre	32,7%	18,03%	3,27%

La tabla muestra que el mayor porcentaje de publicaciones se da en los países con índice de alfabetización más alto y medio.

Para saber la **incidencia en nuestro medio de la automedicación**, la encuesta fue realizada a una muestra al azar de 100 personas pertenecientes a nuestro centro educativo, separándolas en 4 grandes grupos: femenino de 18 a 30 años, masculino de 18 a 30 años, femenino mayores de 30 años y masculino mayores de 30 años.

El modelo de encuesta fue el siguiente:

1- Si te presentas ante una situación de dolor abdominal, infección urinaria o contractura dolorosa a nivel del cuello, cuál es tu acción: a) Comprar medicamento en la farmacia. b) Comprar en otro punto de venta (ej. Almacén). c) Concurrir a un centro de asistencia médica.

2-En los últimos seis (6) meses, ¿con que frecuencia (en porcentaje) compraste por tu cuenta el medicamento en contrapartida con uno recetado?

3-Marque con una cruz las razones por las cuales se automedicaría en caso de presentar alguna enfermedad.

-Excesivo tiempo de espera en mutualistas. -Elevado costo del medicamento. -Conocimiento previo del medicamento que recetara el médico en caso de consulta. -Falta de tiempo para concurrir a consulta. -Otro ¿cuál?

Se presentan algunas respuestas que se entienden más relevantes.

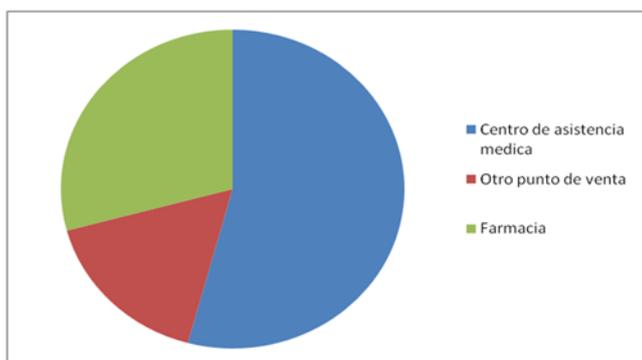


Figura 1. Respuesta 1, entrevistados masculinos de 18 a 30 años.

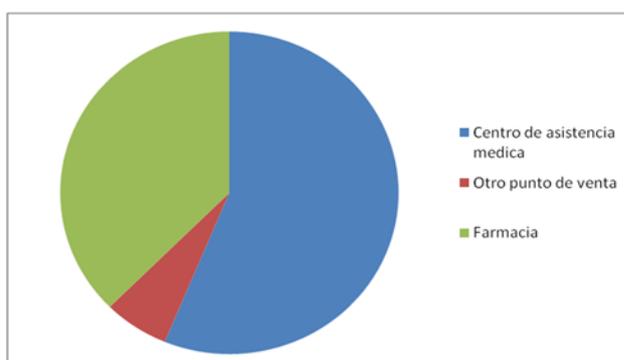


Figura 2. Entrevistadas Femeninas mayores de 30 años.

Femenino mayores de 30 años	Masculino entre 18 y 30 años	Femenino entre 18 y 30 años	Masculino mayores a 30 años
Media: 35%	Media: 29,55%	Media: 23,4%	Media: 31,6%
Desvío estándar: 37,8%	Desvío estándar: 36%	Desvío estándar: 29,7%	Desvío estándar: 34,6 %
Coefficiente de variación: 92,6%	Coefficiente de variación: 82,1%	Coefficiente de variación: 78,8%	Coefficiente de variación: 91,3%

De los resultados obtenidos se encuentra una gran variación de respuestas en todos los grupos encuestados, hay un bajo porcentaje de compra de medicamento por cuenta propia lo que significa que hay una baja automedicación. No se aprecia una diferencia de acuerdo a la edad ni al sexo.

La práctica presenta una abuela que suministra una "solución" con exceso de ácido acetilsalicílico (jarra de jugo con pastillas disueltas) a sus nietos. Ante esta situación los padres concurren a la emergencia, donde los alumnos divididos en grupos, emulan el trabajo de doctores y resuelven el problema mediante cálculos de concentración, primero en la jarra asumiendo solubilidad total, luego las moles en los vasos y que estos pasan directamente al volumen sanguíneo.

Se lee el problema explicando las partes y se comunica que una de las profesoras tiene fichas que pueden solicitarse con información toxicológica, cada una de ellas con los datos necesarios como fórmulas, tablas de litros de sangre por edad y sexo y la concentración que causa intoxicación aguda. Estas fichas se deben solicitar para completar la información necesaria y realizar los cálculos. Al finalizar y con los resultados obtenidos el grupo debe comunicar la situación de los pacientes más comprometidos por la ingesta de ácido acetilsalicílico, mediante un mensaje de WhatsApp a un celular y los resultados se proyectan mediante cañón en una pantalla para que todos lo vean.

Esta actividad se puso a prueba con un grupo de la institución, lo que permitió hacer las mejoras correspondientes y poner todo a punto para el día de trabajo con los alumnos de los liceos.

Los liceos visitados fueron, el liceo C.E.I. Lorenzo Geyrez y el liceo N° 7 de la ciudad de Paysandú.



Fig. 3. Visita al Liceo de Lorenzo Geyrez.

La evaluación de la práctica fue realizada por dos de los integrantes del grupo de Taller I, los cuales debían evaluar a los dos restantes, quienes ejecutaban la actividad “docentes”. Se monitoreaba el grado de atención por parte de los estudiantes (Fig.4) y la respuesta de los mismos a las actividades realizadas (Fig. 5), respecto a la motivación impuesta por parte de los “docentes”(Fig.6). Y finalmente lo que los estudiantes entendían que la practica les había dejado (fig. 7).

Participación del grupo	1	2	3
Realizan cálculos correctos			
Hacen planteo correctamente pero fracasan en la aplicación matemáticas de las formulas			
Trabajan de forma independiente			

Fig. 4. Grilla para evaluar la participación del grupo en la propuesta.

Pregunta frecuentes tratando de hacer intervenir a los alumnos			
Postura amigable: sonrie,recorre la clase,expresión corporal amigable,acercamiento.			
Transmisión intelectual de la motivación: contextualiza problema,hace explicito los deseos de que todos aprendan y se diviertan participando, es claro al explicar la propuesta y lo que pretende de los alumnos			

Fig. 5. Grilla para evaluar la motivación del grupo en la propuesta.

Motivación manifiesta del alumno	1	2	3
Participación activa de acuerdo a la propuesta			
Miran frecuentemente al docente			
Realizan tareas que no corresponde con la actividad			
Comentarios referidos a la propuesta			

Fig. 6. Grilla para evaluar el esfuerzo de motivación de docente

Preguntas para evaluar el cumplimiento de objetivos (por subgrupo)

1- A su entender cual es el objetivo o finalidad de esta práctica

2- ¿Qué pudo aprender de esta práctica?

3- ¿ Para qué se realiza la práctica?

Fig. 7. Evaluación de la comprensión de los objetivos de la práctica por parte de los alumnos al finalizar la práctica.

Resultados de las grillas:

Docente I: Lorenzo Geyrez : Predomina el primer nivel en todos los ítem de la evaluación docente, concluyendo que muestra un buen esfuerzo en generar la motivación por la actividad. Paysandú: Mejora aún más el esfuerzo en la motivación.

Docente II: Lorenzo Geyrez y Paysandú, prima el primer nivel en la grilla de evaluación para todos los ítems osea hay un buen esfuerzo de motivación.

Participación del grupo:

Lorenzo Geyrez, en los ítems 1 y 2 hay unanimidad de los dos observadores en el nivel 2. Para el ítem 3, hay unanimidad para evaluar en el nivel 3. lo que revela un buen interés pero la necesidad de apoyo para resolver el problema.

Paysandú, predominan los niveles 2 y 3 en todos los ítems.

Motivación manifiesta:

Lorenzo Geyrez, en cuanto a la motivación predominan los niveles 1 y 2, lo que indica una gran aceptación de la propuesta.

Paysandú, existe diferencias notorias en la evaluación de los integrantes del equipo. Pero se podría decir que se mantuvieron cercanos al nivel 2 en todos los ítems, lo que indica una motivación media.

Evaluación referida a la propuesta por parte de los estudiantes:

Lorenzo Geyrez, solo un grupo de los 4 creados accede a contestar las preguntas, lo que realmente no indica mucho entusiasmo con la propuesta.

Respuestas 1 y 2, hacen referencia a la importancia de no automedicarse.

Paysandú, todos los grupos acceden a responder.

Todos los grupos hicieron referencia a que el objetivo de la práctica y lo que entendieron de la misma es referente a la automedicación. Dos de los tres grupos en las respuestas 2 y 3 mencionan la realización de cálculos de concentración en un contexto diferente más divertido.

Discusión

El tema de la automedicación como se evidencia en la tabla I es un tema actual y presente en varios países. El resultado en realidad contradijo nuestras ideas iniciales donde pensábamos que se daba más automedicación en países pobres, pero abre nuevas interrogantes al descubrir que se puede hablar de diferentes tipos de automedicación.

Al buscar las publicaciones internacionales quizás, no se consideran lugares donde está el problema pero no se puede lograr analizarlo y menos aun publicarlo internacionalmente. La automedicación sin discriminar sus formas, está presente en nuestro centro, lo que indicaría que en nuestro país si bien no es una problemática es un fenómeno que ocurre (Figuras 1,2 y Tabla II). En general los trabajos prácticos se ven afectados por varias variables, como el número de alumnos los recursos con los que se cuentan y la disponibilidad horaria (de Lima et al 2016). En nuestro caso esto se evidencio en los dos liceos visitados, donde si bien se cumplieron las prácticas, se noto más empeño en el liceo de Geyrez. , más chico de zona rural. Sin embargo en las evaluaciones realizadas por los alumnos hay más dedicación en el liceo urbano de Paysandú. Lima et al (2016) al compara los trabajos prácticos en instituciones diferentes evidencian que la carencia de un laboratorio como espacio físico es un impedimento importante para las actividades de este tipo pero que no establece la diferencia ni la efectividad de los docentes. Lo que marca la diferencia al parecer es el empeño que el docente ponga en realizarlas y poner a disposición de los mismos prácticas que puedan efectuar con poco material. Si bien coincidimos en líneas generales entendemos en este punto es de resaltar que los docentes debemos bregar por mejores

laboratorios que permitan realizar prácticas desde muy simples a prácticas más complejas que nos acerquen a las realidades de los modernos laboratorios actuales. Y como se expuso anteriormente cada instrumento nos desafía a entender la ciencia que hay detrás de él y posibilita una amplitud mental.

En los liceos visitados los laboratorios no se observaron pues no era el objetivo ni se requería un laboratorio para la actividad, sin embargo si se evaluó el esfuerzo dedicado por las dos “docentes” que llevaron adelante la actividad y como se evidencia en las rubricas hay concordancia que en ambos liceos el desempeño fue similar, haciendo comparables las dos aplicaciones.

En ambos casos la actitud de los estudiantes en base a las rubricas marcó un interés en la práctica e incluso al informar los resultados se mantuvo el espíritu lúdico informando con nombres de doctores locales o instituciones de salud.

Fernández et al (2014). Encuentran que el uso de tecnologías multimedia en las aulas depende del dominio del docente la familiaridad que tengan los alumnos y el contenido en el que se apliquen. En este sentido los alumnos de escuela prefieren entre otros las ciencias naturales. En general se encuentran positivo su empleo si propicia la integración de los alumnos.

En este caso en los dos liceos hubo problemas con la compatibilidad de los cañones de proyección la red de internet, los celulares y las computadoras pero igual se pudo lograr el informe mediante WhatsApp. Estos problemas en realidad son parte de querer trabajar con muchos dispositivos, pero es evidente que se logro la motivación con el uso del celular. En cuanto a los contenidos a todos los grupos les costó entender la secuencia de cálculos requeridos para lograr el informe final lo que manifiesta que el sacar de contacto los cálculos dificulta su entendimiento momentáneo.

En relación a la formación de los noveles docentes en base Hickman et al (2016), si bien formar un docente afectivo no es nuestro campo, si pensamos se puede contribuir con que los nuevos docentes tengan en cuenta los deseos y los problemas de los alumnos en cuanto a su aprendizaje. En relación al dominio de técnicas la realización de prácticas como esta, donde se ponen a prueba los conocimientos teóricos, para el diseño y luego se los testea en el campo son fundamentales. En el plano disciplinar la elaboración de la practica recurrió desde el repaso en técnicas de cálculos simples al estudio de bases estadísticas y bases de toxicología.

En síntesis entendemos: Se ha logrado diseñar y realizar unas listas de cotejo eficientes en la evaluación de la actividad tanto para constatar la atención de los alumnos como el esfuerzo de los docentes a la hora de la implementación. Se logro una visión que se aproxima a la objetividad al separa el grupo en dos uno encargado del la ejecución y el otro de la evaluación y que sus trabajos se mantengan separados. Se logra una práctica con un buen empleo de nuevas tecnologías que motiva y cumple con el doble objetivo de repasar los cálculos de concentraciones y alertar sobre los problemas de la automedicación. Cabría aclarar que si bien hay errores en cuanto a considerar la disolución del ácido acético en agua ya que es muy poco soluble en ella, esto se hizo como una simplificación tratándose que primara la idea de realizar aplicaciones de cálculos sencillos y tener una droga de amplio conocimiento y de la cual casi nadie conoce su prospecto toxicológico.

Bibliografía:

Coll, C.; Mauri, T. y Onrubia, J. Análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el marco curricular y su relación con las TIC. En de Pablos Pons, Juan. 2009. Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de internet. Ed. aljibe. Málaga. España. 489pp.

De la nata, M.; Cala, M.; Cubero, M.; Cubero, R. y Santamaría, A. El aprendizaje en el aula desde la psicología histórico-cultural. En de Pablos Pons, Juan. 2009. Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de internet. Ed. aljibe. Málaga. España. 489pp.

de Lima, G.; da Silva, R.; Gomes, M.; de Lima, N.; Batista, J. y Pereira, K. 2016. O uso de atividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão – Pe. Rev. Ciênc. Ext. v.12, n.1, p.19-27, 2016.

de Pablos Pons, Juan. 2009. Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de internet. Ed. aljibe. Málaga. España. 489pp.

Fernández, F.; Gómez, M. y García, I. 2014. Efectividad de los recursos multimedia: un acercamiento a docentes y alumnos de una escuela pública mexicana de educación primaria. (<https://www.researchgate.net/publication/266315942>)

Hickman, H.; Alarcón, M.; Cepeda, M.; Cabrera, R. y Torres, X. 2016. Significado de buen profesor y de evaluación docente por estudiantes y maestros universitarios. La técnica de redes semánticas. (<https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/636>)

Huertas, J. 2006. Motivación. Querer aprender. Ed. Aique. Buenos Aires. 294pp.

Meirieu, P. 2009. *Aprender, Si. ¿Pero Cómo?* Ed. Octaedro. Barcelona. 235pp

Pansera, S.; Valentini, N.; de Souza, M y Berleze, A. 2016. Motivação intrínseca e extrínseca: diferenças no sexo e na idade. Psicologia Escolar e Educacional, SP. Volume 20, Número 2, Maio/Agosto de 2016: 313-320. (<http://dx.doi.org/10.1590/2175-3539/2015/0202972>)

Sancho, María. Bases conceptuales y epistemológicas de la tecnología educativa. En de Pablos Pons, Juan. 2009. Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de internet. Ed. aljibe. Málaga. España. 489pp.

UNESCO. 2013. Alfabetización al nivel mundial y regional. (www.unesco.org)

Villwock, G. & Valentini, N. C. (2007). Percepção de competência atlética, orientação motivacional e competência motora em crianças de escolas públicas: estudo desenvolvimentista e correlacional. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.

Determinación de Materia Orgánica en Agua para Hormigón: Un Laboratorio que vincula Materias Básicas (Química) con Materias Específicas de Ingeniería Civil

Bioquímica Roggero M. Cecilia

Facultad Regional Concordia. Universidad Tecnológica Nacional.

Salta 277. CP 3200. Concordia. Entre Ríos.

ceciliaroggero@yahoo.com.ar

Resumen

La articulación vertical entre materia básicas (Química) y materias específicas (en este caso Tecnología del Hormigón) es un objetivo que los docentes buscan para encontrar respuesta a la inquietud de los alumnos: el “para qué sirve” lo que está estudiando.

En Tecnología del Hormigón se estudia las características del material fundamental para dar solidez a las estructuras de las construcciones.

Dentro de los parámetros causantes de deterioros de la estructura del hormigón en cuanto a su resistencia se encuentra la materia orgánica del agua para amasado, la cual se mide por el método de valoración permanganométrica (según Normas IRAM).

El Práctico de Laboratorio sobre titulación por oxidación por el permanganato, es aplicable para determinación de la materia orgánica presente en el agua. El oxígeno es el oxidante de la materia orgánica a compuestos finales como son dióxido de carbono y agua.

Palabras claves

Agua para Hormigón. Articulación vertical. Materia orgánica. Oxidación por Permanganato

Introducción

La articulación vertical entre asignaturas en una carrera universitaria es un objetivo pedagógico. Los contenidos de las materias básicas tienen una lógica articulación horizontal, no así con materias de niveles superiores. Al alumno le interesa encontrar el “para qué sirve” lo que está aprendiendo.

En la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional se implementó un práctico de laboratorio de Química que integra contenidos de Química (primer año) con la materia Tecnología del Hormigón (tercer año de la carrera), realizando un análisis del agua utilizada para preparar hormigón.

Dentro de los parámetros causantes de deterioros de la estructura del hormigón, en cuanto a su resistencia, se encuentra la materia orgánica, la cual se mide por el método de valoración permanganométrica, práctica específica del laboratorio de Química, que da lugar a un alumno de Ingeniería encuentre sentido e interrelación en el todo que es su carrera.

Marco teórico

El hormigón es un material usado en la construcción que debe presentar gran resistencia y durabilidad en las estructuras de los edificios y demás construcciones.

Estas propiedades pueden estar afectadas por muchos factores. El hormigón hidratado es un material compuesto por cemento, agregados, arena y agua.



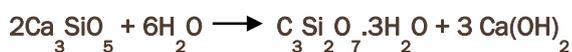
El agua utilizada para elaborar el hormigón permite hidratar, aglomerar y unir al cemento con los agregados.

Cuando la hidratación es completa, aumentan las fuerzas que los une entre sí, y ello permitirá que el hormigón adquiera más resistencia.

Es un complejo proceso químico exotérmico en el cual se hidratan los silicatos del cemento y se forman:

- Silicatos de calcio hidratados de fórmulas químicas muy complejas.
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que proporciona un pH mayor a 12,5
- H_2O que al evaporarse forma una matriz porosa

Su composición química está constituida por complejos silicatos de calcio fundamentalmente, y su estructura es sumamente porosa, y cuando los poros están interconectados, el agua se introduce fácil y progresivamente.



El agua en exceso se evapora y genera una gran cantidad de poros interconectados.

Esos poros permiten que el hormigón sea permeable a posterior entrada de agua que puede contener iones y gases causantes del deterioro y disminución de la durabilidad, resistencia y corrosión de las armaduras.

El agua de amasado no debe contener sustancias nocivas que luego alteren el endurecimiento, fraguado y estabilidad del hormigón.

Entre los parámetros químicos que se analizan en el agua, cuya presencia es perjudicial se encuentran: pH (fuera de rango), sólidos en suspensión y sedimentables, materia orgánica, sulfatos, cloruros, etc.

El pH del agua es fundamental: es conveniente no sea menor a 5,5 ni mayor a 8.

El pH del hormigón es de 12,5 a 14. Cuando decrece por debajo de 9, la principal consecuencia es que se descompone el hidróxido de calcio de la estructura del hormigón, disminuyendo su resistencia; otro proceso importante que ocurre al descender el pH es que queda desprotegido el hierro de las barras de acero presentes en el hormigón armado y se vuelve susceptible al fenómeno de corrosión.

Los ácidos provenientes de distintas fuentes, como por ejemplo de lluvias ácidas, desagües industriales, ácidos orgánicos, aguas subterráneas, etc.

La presencia de sulfatos: es un ión abundante en la naturaleza: aguas subterráneas, suelos, aguas residuales de procesos industriales, etc.; proveniente también de la misma constitución química del cemento, o de la exposición del hormigón a aguas con exceso de este ión como por ejemplo en el agua de mar, forma compuestos minerales como la ettringita, (sulfoaluminatos de calcio) que al precipitar absorben mucha agua con el consiguiente aumento de volumen, produciendo problemas expansivos y fisurando al hormigón.

El cloruro contribuye al fenómeno de corrosión, formando compuestos complejos solubles con el hierro y actuando como electrolito conductor, pues para que ocurra corrosión debe haber diferencias de potencial entre el acero y el medio externo en donde hay presentes oxígeno disuelto en agua.

Las algas y otras materias orgánicas (mayormente ácido tánico y ácido húmico) si están presentes en el agua para hormigón disminuyen las adherencias entre la pasta del cemento con los agregados al interferir en las reacciones de hidratación durante el fraguado. Esto provoca una disminución en la resistencia del hormigón. El color u el olor del agua pueden orientar sobre la presencia de materia orgánica.

Análisis de laboratorio de materia orgánica

El agua potable es la elegida para realizar el amasado y mezcla de los componentes del mortero (cemento, agregados gruesos y finos). Hay ciertas aguas de consumo en la red domiciliar que presentan color amarronado, éstas son sospechosas de contener materias orgánicas e inorgánicas, disueltas o sedimentables.

La materia orgánica carbonatada es oxidada naturalmente por el oxígeno, en presencia de bacterias, a productos finales estables que son el dióxido de carbono y agua según la siguiente reacción:



La técnica usualmente usada para determinar la cantidad de materia orgánica es la demanda biológica de oxígeno (D.B.O.), en donde las bacterias aeróbicas actúan junto con el oxígeno como oxidantes. Pero es una técnica que dura cinco días.

Una técnica sencilla y rápida es la de oxígeno consumido (O.C.), llamada "oxígeno consumido al permanganato", que es una oxidación de la materia orgánica por el permanganato en un proceso de digestión en caliente y en medio fuertemente ácido.

Se analizó en el laboratorio la presencia de materia orgánica, según procedimiento indicado en Normas IRAM 1601.

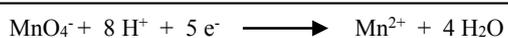
La técnica utilizada fue la de valoración por retorno de la oxidación del ácido oxálico por el permanganato. También llamada titulación Permanganométrica del ácido oxálico. (Técnica de McBride). El permanganato es un oxidante fuerte.

El proceso químico representa la cantidad de oxígeno presente en el agua, que oxidó a la materia orgánica carbonatada que contiene, hasta dióxido de carbono y agua. Se expresa como miligramos de oxígeno consumido por cada decímetro cúbico de agua (mg / dm³). (También se puede expresar como parte por millón p.p.m).

Es una reacción de oxido-reducción, hay transferencia de electrones; el oxidante es el permanganato (reemplaza al oxígeno que oxida a la materia orgánica); los equivalentes químicos del permanganato son los mismos equivalentes del oxígeno consumido.

La reacción química es la siguiente:

Reacción de reducción:



Reacción de oxidación:



Resultados

La técnica presentada es la de una reacción química de oxidación y titulación, sencilla, fácilmente realizable en un laboratorio de Química Analítica por alumnos que cursan Materia Básicas.

Hay que tomar ciertas precauciones respecto a que los reactivos son inestables, el permanganato se prepara el día que se usa y a su vez se titula previamente con el oxalato.

Los siguientes resultados muestran la cantidad de O₂ consumido en muestras de agua potable de la ciudad Concordia. El valor máximo permitido para agua para consumo humano no debe superar los 3 mg / dm³.

Fecha	mg O ₂ /dm ³ agua
03/10/2012	0.99
08/11/2012	0.93
26/06/2013	0.62
29/07/2013	1.32
02/08/2013	1.31
15/10/2013	0.60
20/05/2014	1.28
26/08/2014	3.30
Máximo permitido	3.00

Se deduce que mientras mayor es la cantidad de oxígeno consumido, mayor la cantidad de materia orgánica presente.

Conclusiones

El trabajo práctico de este laboratorio se puede considerar como un trabajo integrador de todas las técnicas aprendidas durante el año (medición de cantidades, usos de balanzas de precisión al miligramo, error, preparación de soluciones, titulación, reacciones de oxidación-reducción).

Se consolida el uso de un laboratorio de Química: la toma de muestras, las precauciones a tomar, el manejo de material de vidrio.

Fundamentalmente, el alumno encuentra un sentido respecto a la aplicación de determinaciones que luego son necesarias en la vida real, en este caso al agua que debe usar para elaborar morteros de hormigón.

Se logra un vinculación vertical entre una materia básica (Química) con otra específica de la Ingeniería Civil como es Tecnología del Hormigón.

En este caso se analizó un solo parámetro de los muchos que hacen a la calidad del agua para hormigón.

Bibliografía

Rahhal, V. 2012. Capítulo 4: "Aguas", en "Ese material llamado hormigón." Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. pp 93-101

Irassar, E.F. 2012. "Ataque Químico al Hormigón" en "Durabilidad del Hormigón Estructural". Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. pp 144-156.

Traversa, L. 2012, "Corrosión en armaduras..." en "Durabilidad del Hormigón" Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. pp 234-238.

Luco, L.F. 2012. "La Durabilidad del Hormigón: su relación con la estructura de poros y los mecanismos de transporte de fluidos" en "Durabilidad del Hormigón" Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón. pp 22-23..

Carranza, R., Duffo, G., Farina, S. 2010. "Nada es para siempre. Química de la degradación de los materiales". Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET). pp 142-148

Normas IRAM 1601. Agua para morteros y hormigones de cemento Portland. 2012.

Flaschka H.A., Barnard A.J., Sturrock, P.E. 1973. "Química Analítica Cuantitativa". México. Editado en Compañía Editorial Continental.

Anexo:

Autor:

Maria Cecilia Roggero

E-mail: ceciliaroggero@yahoo.com.ar



Títulos: **Bioquímica. Docente**

Actividad actual:

Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario. Cátedra de Química General. Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial. UTN. F.R.Concordia.

Responsable de Laboratorio de Química

Investigación (Próxima a categorizar en la Carrera de Investigador en UTN)

1. Denominación del Proyecto: Mitigación y Prevención de la RAS en Hormigones Reciclados Mediante la Utilización de Materiales Cementíceos Suplementarios.
2. Proyecto: Hormigones Reciclados, Reaccion Alkali Silice y su Efecto en la Corrosion de Armaduras

Gestión. Consejera docente del Departamento de Materias Básicas

Antecedentes:

Capacitadora en curso de Química Nivelatorio para ingresantes a la Especialización en Ing. Ambiental.

Docente Nivel Medio (desde 1999 hasta 2014)

Evaluadora de tesinas de la Lic. En Tecnología Educativa.

Bioquímica Microbióloga (desde 1990 hasta 1999)

Últimos Congresos:

1. "Tratamiento de efluentes por Métodos Biológicos" 1017
2. Integrante del **Comité Científico Evaluador del CIECIBA Concordia.** 2016.
3. "Curso de Actualización de Posgrado sobre: Caracterización de sitios contaminados y pasivos ambientales en aguas y suelos". 2015.
4. VI Congreso Internacional . Asociacion Argentina de Tecnología del Hormigón.2014.

Los modelos: entre la física, los sistemas y la simulación

Chury, Mario R. H. ^(1,a), Penco, José Jorge ^(2,b)

1. (GIICMA) Grupo de Investigación en Ingeniería Civil y Medio Ambiente
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia.
Concordia, Entre Ríos, Argentina
2. (GIMOSIC) Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y Control
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia.
Concordia, Entre Ríos, Argentina.

(a) mrhchury@frcon.utn.edu.ar, (b) jpenco@frcon.utn.edu.ar

Eje temático: Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

En ingeniería es muy importante que el alumno logre desarrollar la habilidad necesaria para poder construir modelos los cuales permiten reproducir y /o predecir el comportamiento de objetos o sistemas de la vida real. Por ello este trabajo da cuenta de la experiencia planteada desde las cátedras de Mecánica Técnica y de Control Automático, una metodología de estudio que parte del sistema real a experimentar teniendo en cuenta las leyes físicas que lo gobiernan y utilizando un método conocido en ingeniería de control como método de variables de estados.

La utilización de esta técnica permite una vez obtenidas las ecuaciones de estado poder realizar experimentos sobre el modelo en una computadora mediante la utilización de una herramienta de software, de modelado y simulación de sistemas dinámicos, conocida como simulador. En este trabajo en particular se ha optado por el paquete de software Scilab/Scicos[®], por ser una completa alternativa no comercial de Matlab/Simulink[®].

Se utilizaron como casos de estudio en primer lugar un péndulo físico y en segundo lugar un motor de corriente continua con su respectiva carga.

Para evaluar el nivel de aceptación de esta metodología se realizó una encuesta de opinión con los estudiantes al finalizar el ciclo de cursado. En general han coincidido en expresar que con esta metodología lograron integrar mucho más fácilmente los conocimientos presentados, encontrando justificación en los modelos empleados posteriormente en el curso superior, como por ejemplo las denominadas "plantas", dispositivos o procesos que se pretenden controlar o estabilizar y de los cuales sólo se dispone de una expresión matemática como única representación para caracterizar su funcionamiento.

Palabras clave: Modelado. Método de variables de estados. Simulación. Scicos.

1. Introducción

La física no es solo una ciencia teórica, es también una ciencia experimental. Como toda ciencia, busca que sus conclusiones puedan ser verificables mediante experimentos y que la teoría pueda realizar predicciones de experimentos futuros basados en observaciones previas (Wikipedia, 2017). Hoy, con el inusitado avance de la computación, es posible realizar un sinnúmero de experimentos simplemente en un entorno de simulación que, no por ello, dejan de tener significado y validez. La generación de estos experimentos se basa en el correcto diseño de modelos, desarrollados en base a las ecuaciones matemáticas que rigen los fenómenos físicos y que, adecuadamente utilizados, posibilitan comprender el impacto de éstos sobre los sistemas reales (Shannon and Johannes, 1976). Este trabajo da cuenta de una experiencia realizada entre las cátedras de Mecánica Técnica y de Control Automático pertenecientes al 2do. y 4to. año de estudios, respectivamente, en la carrera de Ingeniería Eléctrica que se desarrolla en la Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional.

Con el transcurso de los años se ha observado que una conducta que es necesario revertir es la tendencia a considerar las asignaturas como compartimientos estancos en el contexto general de una carrera, lo que suele provocar una disociación de los conceptos que se aplican a una misma problemática, haciendo que ...“las cosas sean según desde que materia se las observa”.

En este sentido la propuesta fue desarrollada con el objetivo de establecer una vinculación entre los contenidos físico matemáticos que sustentan el funcionamiento de los sistemas y dispositivos reales, cuestiones que son abordadas en la asignatura del 2do. nivel de la carrera, con las metodologías utilizadas para ajustar o controlar su operación en base a determinados requerimientos, cuyo estudio se plantea en el 4to. nivel.

La simulación es un procedimiento que puede utilizarse ventajosamente como puente para vincular el comportamiento propio de un sistema, y el que se pretende lograr a partir de la aplicación de alguna estrategia de control. Si bien se trata de dos instancias que se abordan en diferentes momentos de los estudios, se ha observado que a través de la simulación resultó mucho más eficaz la recuperación de los conceptos iniciales para su aplicación en la segunda etapa.

2. Materiales y metodos

En esta experiencia se propuso la utilización del programa Scicos[®] como herramienta para la construcción de modelos que representen fenómenos o propiedades físicas de los sistemas, simulando su dinámica de operación con el objetivo de permitir interactuar con sus variables para evaluar su desempeño frente a distintos escenarios de funcionamiento.

Scicos[®] es un paquete de software para modelado y simulación gráfica de sistemas dinámicos, desarrollado en Francia por el “Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique” (INRIA). El mismo se ejecuta sobre el programa base denominado Scilab[®] cuya licencia es libre a diferencia de otras herramientas de carácter comercial y elevado costo (Campbell, Chancelier y Nikoukhah, 2010), (Maassen, 2006).

De acuerdo a lo expresado anteriormente fueron propuestas dos actividades para llevar a cabo la experiencia. En primer término, se efectuó la aplicación al caso de un péndulo físico y en segundo lugar el tratamiento de un motor de corriente continua de imán permanente. En ambos casos los estudiantes investigaron y elaboraron los modelos correspondientes mediante las ecuaciones diferenciales que explican su funcionamiento interpretando los fenómenos físicos involucrados y,

por otra parte, generando los sistemas de ecuaciones de estado correspondientes con lo cual pudieron construir posteriormente los modelos en el formato de diagrama de bloques en el ambiente gráfico del software y realizar la simulación de su desempeño dinámico (Ortiz Moctezuma, 2015).

En particular se promovió el modelado en el espacio de estados ya que se trata de un concepto de tratamiento y representación de sistemas en el dominio del tiempo ampliamente utilizado en la actualidad dado que la tendencia moderna en los sistemas de ingeniería se orienta hacia una mayor complejidad, debido principalmente a los requerimientos cada vez más restrictivos y la necesidad de mayores niveles de precisión, asistidos por la facilidad del acceso a herramientas informáticas con alto poder de computación.

En este sentido, el estado de un sistema dinámico se puede representar por un conjunto mínimo de variables, denominadas *variables de estado*, de modo que el conocimiento de estas variables en el momento inicial $t = t_0$, junto con el conocimiento de las entradas del sistema para $t \geq t_0$, permite determinar por completo el comportamiento del sistema para cualquier instante de tiempo $t \geq t_0$ (Ogata, 2010).

2.1. Aplicación del Péndulo Físico

En esta primera actividad se planteó el modelado y simulación de un péndulo físico (Figura 1) que se compone de una bola de masa m situada en el extremo de una barra de longitud l y cuya masa se considera despreciable. Además, este sistema tiene un momento de inercia J , un coeficiente de fricción viscosa B y el ángulo φ girado es la variable del sistema.

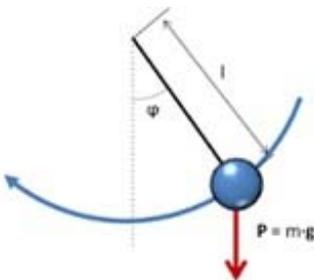


Figura 4. Sistema de péndulo físico

Para la obtención del modelo matemático de este sistema físico, se utiliza la segunda ley de Newton

$$\sum \tau = J \alpha \quad (1)$$

Donde $\sum \tau$ engloba todos los pares tanto motores como resistentes que actúan sobre dicho sistema.

Haciendo uso de la ecuación (1)

$$-B \frac{d\varphi}{dt} - mgl \text{sen}(\varphi) = J \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (2)$$

manteniendo la aceleración angular en el primer miembro y dividiendo por J

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{B}{J} \frac{d\varphi}{dt} - \frac{mgl}{J} \text{sen}(\varphi) \quad (3)$$

se obtiene la ecuación diferencial que gobierna este movimiento (3).

Definiendo las siguientes variables de estado

$$\begin{cases} X_1 = \varphi \\ X_2 = \frac{d\varphi}{dt} \end{cases} \quad (4)$$

y reescribiendo la ecuación (3) en base a estas nuevas variables, se obtiene el modelo matemático en el espacio de estados del sistema físico bajo estudio.

$$\begin{cases} \dot{X}_2 = -\frac{B}{J} X_2 - \frac{mgl}{J} \text{sen}(X_1) \\ \dot{X}_1 = X_2 \end{cases} \quad (5)$$

Para realizar la simulación, se convirtió el sistema anterior en su diagrama de bloques asociado y se lo implementó por medio de la herramienta Scicos que está integrada al software Scilab (Figura 2).

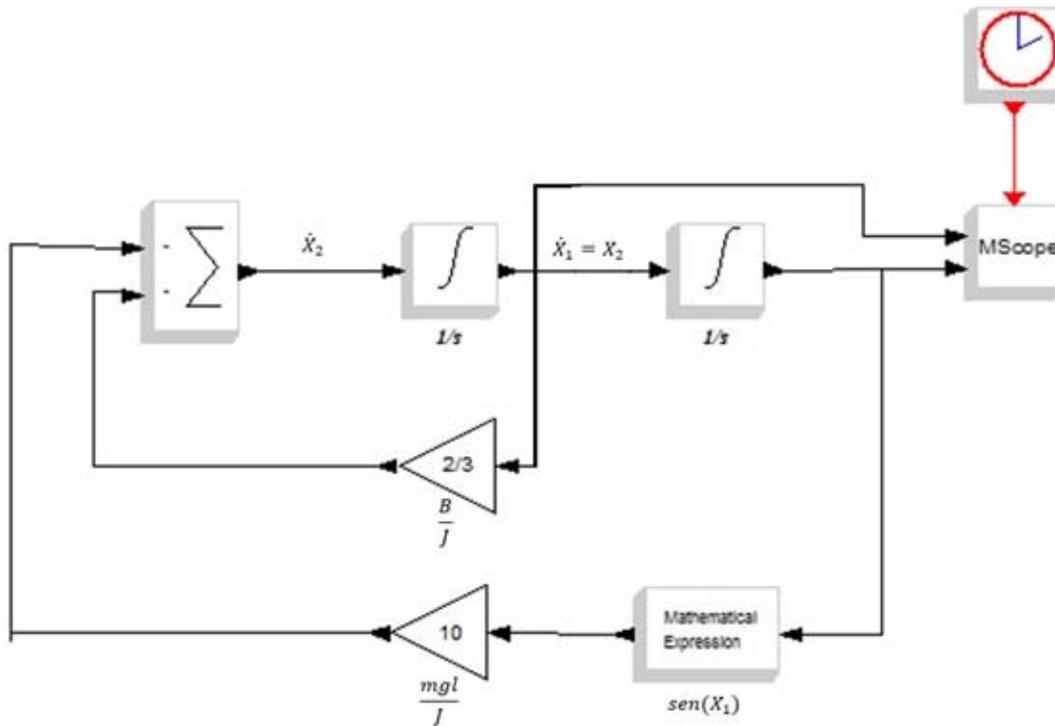


Figura 2. Diagrama de bloques en el entorno Scicos

Para apreciar el comportamiento dinámico de este sistema es necesario dar valores particulares a los diferentes parámetros. Se utilizaron los siguientes:

$$l = 1m$$

$$B = 2 \frac{Ns}{rad}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

$$m = 3kg$$

$$J = ml^2 = 3kgm^2$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad$$

$$\omega_0 = \frac{d\varphi}{dt_0} = 0$$

La respuesta obtenida tras la ejecución de la simulación se puede observar en la Figura 3.

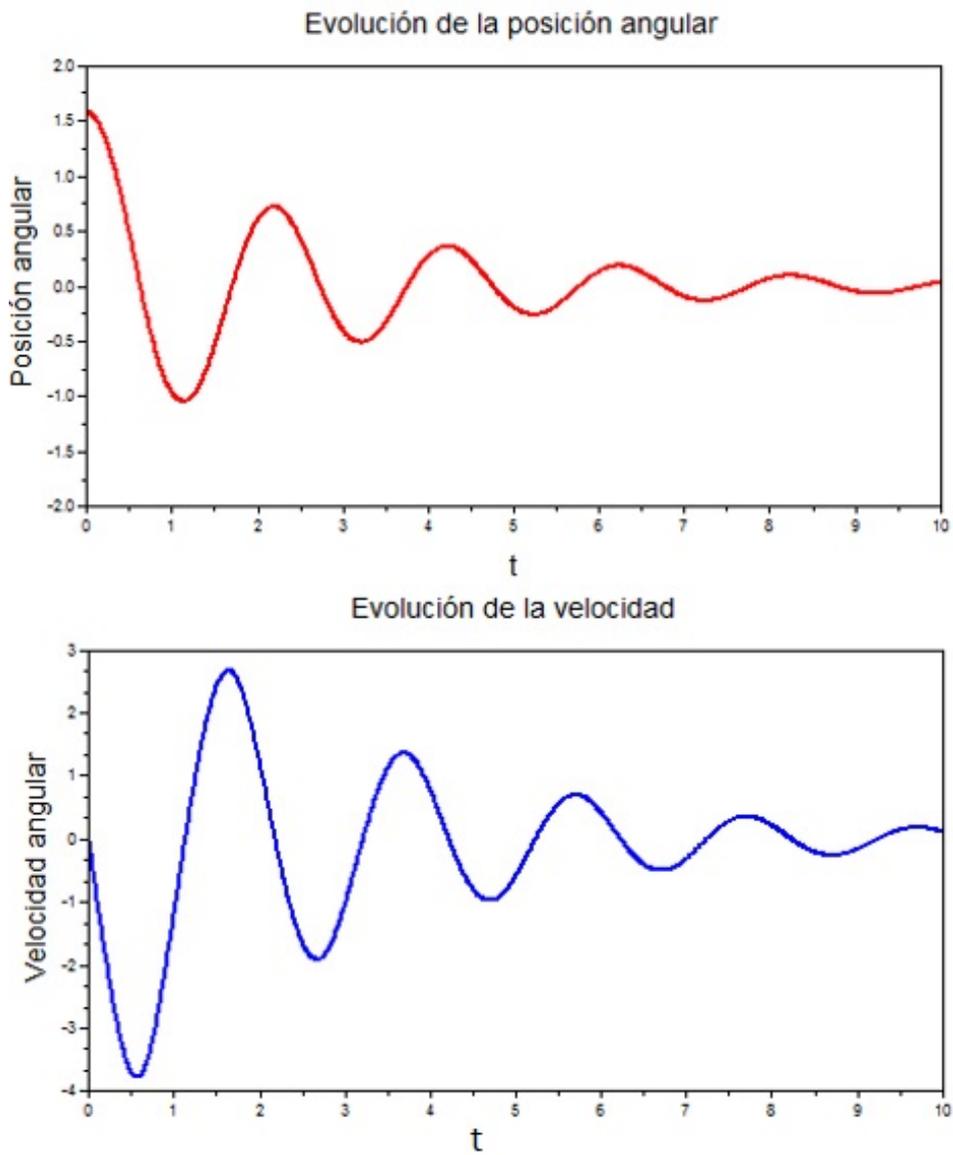


Figura 3. Resultado de la simulación del péndulo físico

2.2. Aplicación del motor de corriente continua

En esta segunda actividad se trabajó sobre el modelado y simulación de un motor de corriente continua de imán permanente, para lo cual se utilizó su modelo equivalente, cuyo diagrama esquemático se puede ver en la Figura 4.

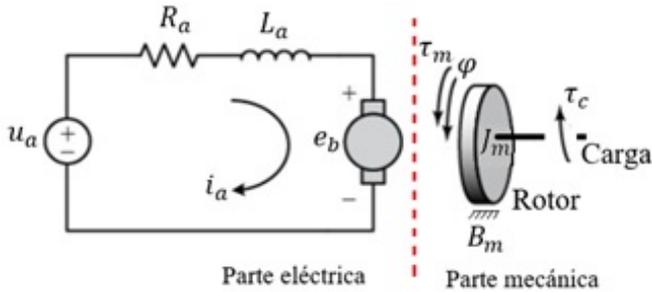


Figura 4. Diagrama equivalente del motor de CC de imán permanente.

Para la obtención de las ecuaciones características de su modelo, se emplean las leyes de la dinámica y las leyes de Kirchhoff.

Parte eléctrica

$$u_a = i_a R_a + L_a \frac{di_a}{dt} + e_b \quad (6)$$

$$\frac{di_a}{dt} = -\frac{R_a}{L_a} i_a + \frac{1}{L_a} u_a - \frac{1}{L_a} e_b \quad (7)$$

La fuerza contraelectromotriz e_b , es proporcional a la velocidad de rotación del eje y tiende a oponerse al flujo de corriente. Luego

$$e_b = k_b \omega_m \quad (8)$$

Haciendo (8) en (7)

$$\frac{di_a}{dt} = -\frac{R_a}{L_a} i_a + \frac{1}{L_a} u_a - \frac{k_b}{L_a} \frac{d\varphi}{dt} \quad (9)$$

Parte mecánica

$$\tau_m - B_m \frac{d\varphi}{dt} - \tau_c = J_m \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (10)$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{B_m}{J_m} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{\tau_m}{J_m} - \frac{1}{J_m} \tau_c \quad (11)$$

El par desarrollado τ_m es proporcional a la corriente en la armadura según

$$\tau_m = k_i i_a \quad (12)$$

Haciendo (12) en (11)

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\frac{B_m}{J_m} \frac{d\varphi}{dt} + \frac{k_i}{J_m} i_a - \frac{1}{J_m} \tau_c \quad (13)$$

Utilizando las ecuaciones (9) y (13) se puede crear un sistema de ecuaciones de estado, para lo cual se pueden elegir previamente las siguientes variables

$$\begin{cases} X_1 = i_a \\ X_2 = \varphi \\ X_3 = \frac{d\varphi}{dt} \end{cases} \quad (14)$$

Sustituyendo estas variables, se obtiene

$$\begin{cases} \dot{X}_1 = -\frac{R_a}{L_a} X_1 + \frac{1}{L_a} u_a - \frac{k_b}{L_a} X_3 \\ \dot{X}_2 = X_3 \\ \dot{X}_3 = -\frac{B_m}{J_m} X_3 + \frac{k_i}{J_m} X_1 - \frac{1}{J_m} \tau_c \end{cases} \quad (15)$$

Convirtiendo estas ecuaciones a su diagrama de bloques asociados en el espacio de trabajo de Scicos se obtiene la representación de la Figura 5.

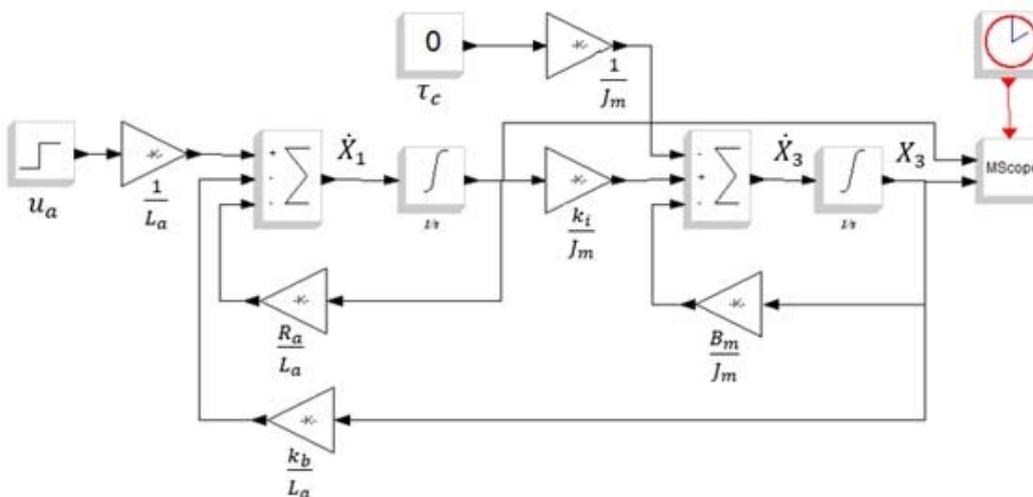


Figura 5. Diagrama de bloques del motor de CC de imán permanente en el entorno Scicos.

De la observación del diagrama de bloques puede verse que, si bien el motor de corriente continua opera de manera global como un sistema en lazo abierto, tanto sus ecuaciones como el diagrama de bloques demuestran que la interacción entre la corriente de armadura (inducido) y

el flujo magnético de excitación determinan la existencia de un lazo interno de realimentación provocado por la fuerza contraelectromotriz. Dicha fuerza es equivalente a una fricción eléctrica que tiende a mejorar la estabilidad del motor.

Para efectuar la simulación de este sistema se utilizaron los siguientes valores:

$$R_a = 1.16 \Omega$$

$$L_a = 0.0068 \text{ Hy}$$

$$k_b = 0.82 \text{ V/rad/s}$$

$$B_m = 0.00776 \text{ Nm/rad/s}$$

$$J_m = 0.0271 \text{ kgm}^2$$

$$k_i = 0.55 \text{ Nm/A}$$

$$u_a = 24 \text{ V}$$

$$\tau_c = 0$$

En la Figura 6 se observan las curvas obtenidas para la evolución de la corriente y de la velocidad. Se evidencia el carácter integrador que presenta el motor frente a la aplicación de la tensión de alimentación, el cual viene dado por la existencia de las constantes de tiempo eléctrica y mecánica (polos del sistema) que gobiernan su dinámica.

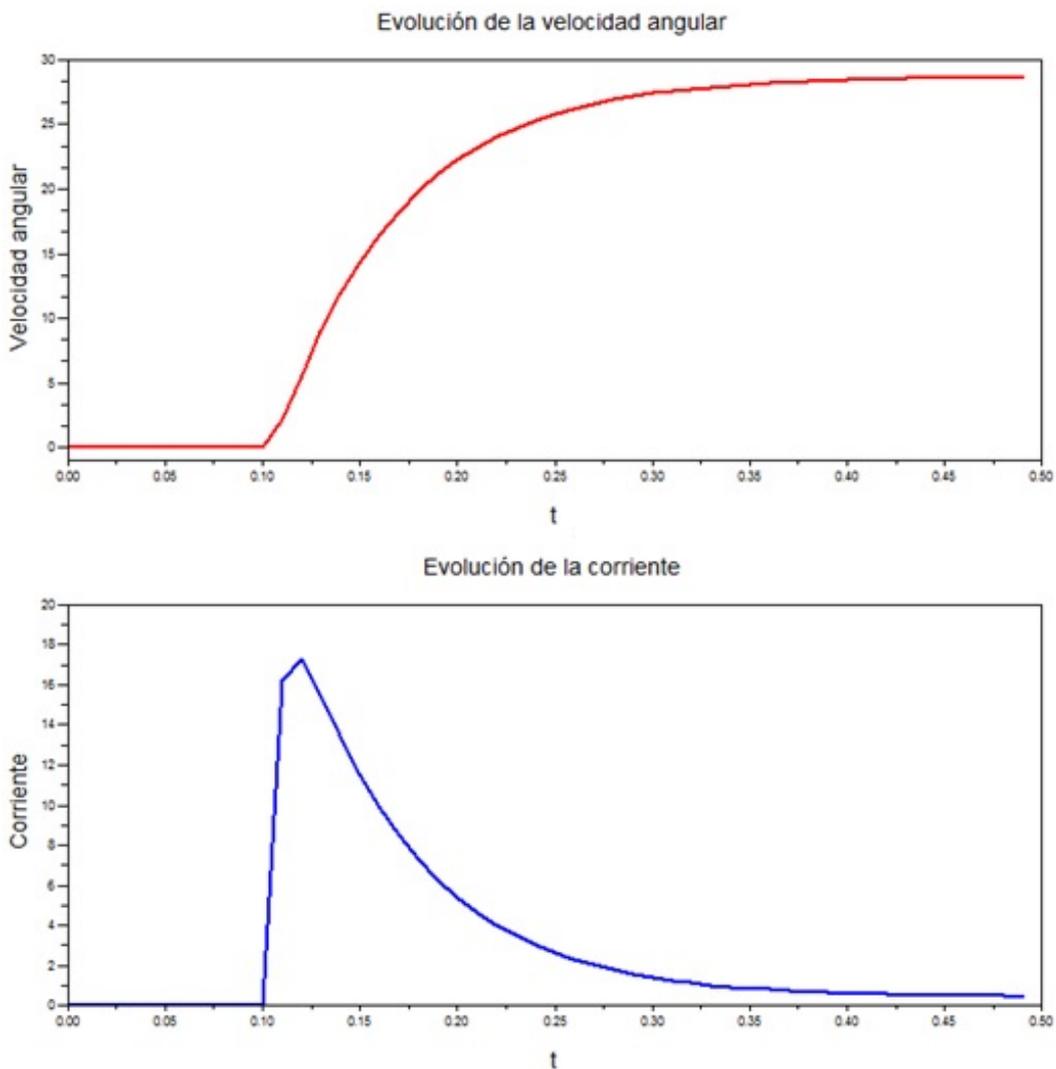


Figura 6. Evolución temporal de las variables del motor de CC

3. Conclusiones

En este trabajo se presentaron dos casos que fueron propuestos como actividad a los estudiantes de la asignatura Mecánica Técnica, quienes utilizaron el software para generar los modelos a partir de los cuales desarrollaron diferentes simulaciones a efectos de observar el impacto de la variación de la magnitud de los parámetros. Experiencia a través de la cual pudieron verificar los conceptos físicos involucrados en cada uno de los dispositivos, comprendiendo la facilidad que otorga el hecho de disponer del modelo de un sistema para analizar y entender su funcionamiento. Posteriormente, en el curso de Control Automático, y tomando como base los modelos antes desarrollados, fue posible desarrollar sin dificultades diferentes estrategias de control para obtener un adecuado comportamiento del sistema según determinados requerimientos. Mediante los procedimientos de simulación fue posible verificar los resultados alcanzados con la base de manipular los modelos de diagramas de bloques con el cabal conocimiento de lo que cada uno representa, dando como resultado una mayor interpretación del funcionamiento del dispositivo y del sistema que lo controla, sin tener que trabajar exclusivamente con un juego de ecuaciones.

Bibliografía

Campbell, S., Chancelier, J. P., Nikoukhah, R., (2010), *Modeling and Simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4*. U.S.A., 2nd. ed., Editorial Springer.

Maassen, M. G., (2006), *Scicos as an alternative for Simulink*, Department Mechanical Engineering, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, Países Bajos.

Ogata, K., (2010), *Ingeniería de Control Moderna*, México, Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana SA.

Ortiz Moctezuma, M., (2015), *Sistemas dinámicos en tiempo continuo: Modelado y Simulación*, México, Omnia Publisher SL.

Shannon, R., Johannes, J. (1976). Systems simulation: the art and science. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 6(10), 723-724.

Wikipedia (2017). *La enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Física>. Consulta del 12/06/2017.

Sobre los autores

Chury, Mario R. H.: Es Ingeniero Electricista egresado de la Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional. Actualmente se desempeña como Profesor de la asignatura Mecánica Técnica y Jefe de Trabajos Prácticos en la asignatura Electrónica II, pertenecientes a la carrera de Ingeniería Eléctrica. Es investigador del Grupo de Investigación en Ingeniería Civil y Medio Ambiente (GIIICMA) y está realizando la Tesis Doctoral en correlaciones eléctricas y mecánicas del subsuelo.

Penco, José Jorge: Es Ingeniero en Telecomunicaciones egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Actualmente se desempeña como Profesor en las asignaturas Electrónica I, Control Automático, y Accionamientos y Controles Eléctricos, pertenecientes a la carrera de Ingeniería Eléctrica. Es investigador en el Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y Control (GIMOSIC), y se encuentra desarrollando la Tesis de Maestría en sistemas de control mediante aplicación de técnicas difusas.

Recreando a Thales

Julio A. Ponce de León^(1,a), Soledad E. Fellay^(2,b), M. Victoria Moretti^(3,c)
Belén S Reim^(4,d) Pablo S. Schlotthauer^(5,e)

Pertenencia Institucional:

1.2.3.4.5 Universidad Autónoma de Entre Ríos. Facultad de Ciencia y Tecnología. Sede Concepción del Uruguay. Profesorado en Matemática.

(a) julponce@gmail.com, (b) soledadfellaye@hotmail.com, (c) morettimvictoria@gmail.com
(d) belenreim@gmail.com, (e) pabloschlo@gmail.com

Eje temático: : Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

El presente trabajo es fruto de una actividad en la asignatura Historia y Fundamentos de la Matemática, correspondiente al cuarto año del profesorado en la especialidad. La tarea propuesta a los estudiantes fue reproducir a escala la experiencia de Thales de Mileto para determinar la altura de una pirámide, de modo que pudiese realizarse en una clase de escuela secundaria.

Para elaborar dicho dispositivo se consultaron libros de texto de diferentes autores y épocas en los que se describía de distintas maneras la experiencia realizada. El trabajo consistió, además de la construcción de una maqueta y de la organización de la secuencia didáctica, en el análisis crítico del modo en que los libros de texto relatan la experiencia, y la confrontación con las medidas obtenidas experimentalmente. La experiencia con la maqueta se llevó a cabo con estudiantes de escuelas secundarias de la ciudad y la zona en el marco de la feria de carreras que la Facultad organiza anualmente, y con alumnos de primer año del profesorado en matemática, como actividad conjunta entre cátedras de primero y cuarto año.

Palabras claves (hasta tres): Historia - Semejanza - Material

Introducción

Al recorrer la historia de la matemática, se observa que muchos de sus avances y descubrimientos son presentados como hallazgos fortuitos en algunos casos o como resultados previstos en forma acabada y sin errores por parte de sus autores, como si estos, o bien se encontraron con el conocimiento de forma instantánea e involuntaria, o bien el conocimiento matemático fue revelado por personas especialmente dotadas al resto de la humanidad.

“La Historia de la Matemática permite conocer las cuestiones que dieron lugar a los diversos conceptos, las intuiciones e ideas de donde surgieron, el origen de los términos, lenguajes y notaciones singulares en que se expresaban, las dificultades que involucraban, los problemas que resolvían, el ámbito en que se aplicaban, los métodos y técnicas que desarrollaban, cómo fraguaban definiciones, teoremas y demostraciones, la ilación entre ellos para forjar teorías, los fenómenos físicos o sociales que explicaban, el marco espacial y temporal en qué aparecían, cómo fueron evolucionando hasta su estado actual, con qué temas culturales se vinculaban, las necesidades cotidianas que solventaban. En suma, conocer, en sentido kantiano, el tránsito de las intuiciones a las ideas y de éstas a los conceptos.” (González Urbaneja, 2004)

Uno de los objetivos de la cátedra Historia y Fundamentos de la Matemática es reflexionar acerca de la matemática como una construcción cultural de la humanidad que, como tal, no está exenta de la imprecisión y el error, cosa que no disminuye su enorme potencia, sino que, a nuestro entender, la acerca más al común de la gente.

En este contexto es que, frente a la historia relatada en los libros de texto de la forma en que Thales de Mileto midió la altura de una pirámide, surgieron cuestionamientos acerca de la seguridad e infalibilidad con la que Thales propone el método de medición, de la forma en la que los resultados aparecen en forma exacta y cómo estos no son puestos en duda por quienes los reciben.

Se presentan aquí algunos ejemplos de la experiencia tomados de diferentes libros de texto correspondientes a distintas épocas:

(...) Thales de Mileto (...) estudio especialmente la semejanza de triángulos y de polígonos en general; y así, cuando uno de los sacerdotes puso a prueba su capacidad para la resolución de problemas, preguntándole como procedería para calcular la altura de la pirámide de Cheops, Thales le respondió sorprendiendo al sacerdote por la claridad de su razonamiento: “Clavaré en la arena este bastón, cuya longitud, h , conozco, y mediré su sombra. A esa misma hora, midiendo la sombra que proyecta la pirámide, determinaré la longitud del segmento s' , que es igual a la longitud de la sombra más la mitad del lado de la pirámide. La razón entre la altura h' de la pirámide y el segmento s' es igual a la razón entre la longitud del bastón y su sombra” (...) (Repetto, C. Linskens, M. Fesquet, H, 1968)

...Cuenta la historia que el matemático griego Thales de Mileto calculo la altura de la pirámide de Keops, utilizando su bastón.

Thales esperó un día de sol y colocó su bastón de tal manera que la sombra de éste terminara justo con la sombra de la pirámide. ... (Latorre, M. Spivak, L. Kaczor, P. Elizondo M, 1997)

... Él (Thales) fue el primero en utilizar la semejanza como un potente instrumento de medida... (Álvarez, C. Álvarez, F. Garrido, L. Martínez S. Ruiz, A, 1998)

...“Un sacerdote egipcio le pregunta sonriendo cuál puede ser la altura de la pirámide del rey Khufu (la pirámide de Keops). Tales reflexiona y a continuación contesta que no se conforma con calcularla a ojo, sino que la medirá sin ayuda de ningún instrumento. Se echa sobre la arena y determina la longitud de su propio cuerpo.

Los sacerdotes le preguntan qué es lo que está pensando, y Tales les explica: 'Me pondré simplemente en un extremo de esta línea, que mide la longitud de mi cuerpo, y esperaré hasta que mi sombra sea igual de larga. En ese instante, la sombra de la pirámide de vuestro Khufu también ha de medir tantos pasos como la altura de la pirámide.'

El sacerdote, desorientado por la extrema sencillez de la solución, se pregunta si acaso no hay algún error, algún sofisma, Tales añade: 'Pero si queréis que os mida esa altura, a cualquier hora, clavaré en la arena mi bastón.'... (Matemáticas Cercanas, 2014)

En los textos citados se podría inferir que en los procesos de medición y determinación de la altura estuvieron totalmente ausentes la especulación, el ensayo y error y las dudas, pensando en que el saber matemático para solucionar la situación planteada fue propuesto por Tales fuera de todo cuestionamiento y de esa forma también fue aceptado por sus interlocutores.

Descripción del Dispositivo

La propuesta está orientada para alumnos del Ciclo Básico de la enseñanza media y tiene como objetivo despertar el interés de los estudiantes por medio de la recreación del acontecimiento histórico narrado. Tanto por el componente tangible de la experiencia, como por la parte histórica y anecdótica, resulta atractiva para los estudiantes y contribuye a su motivación e interés.



Figura 1. Construcción de la maqueta

La actividad es representar a pequeña escala la experiencia de Tales de Mileto para medir la altura de una pirámide. Se planteó la posibilidad de proponer la experiencia utilizando un monumento de una plaza cercana a la facultad, pero, dado que no siempre es posible realizar una experiencia de campo con luz solar, ya que se necesita que se den muchas condiciones, se optó por realizar una maqueta. Se reemplazó la luz solar por luz artificial: una linterna de luz led para dar mayor nitidez a la sombra proyectada.

Luego se buscaron objetos adecuados tanto para reemplazar la pirámide como para la figura que ocupa el lugar de Tales de Mileto, dado que hay historias que hacen referencia a su propia sombra y no a la de un bastón. En cuanto al objeto a medir, debía ser una estructura cuya sombra fuese fácilmente medible. Primero se construyó una pirámide con bloques de encastre, pero al advertir lo irregular de su sombra se decidió reemplazarla por una torre o columna construida con el mismo material, dado que la sombra proyectada es menos difusa. Para representar a Tales se eligió una figura de una película de dibujos animados, que también nos pareció que aportaba a la motivación de los estudiantes.



Figura 2. Maqueta terminada usada en las experiencias con docentes y estudiantes.

Posteriormente, se procedió a realizar los cálculos que involucran semejanza de triángulos para obtener la altura de la pirámide, que es la magnitud que no se puede medir directamente.

Desarrollo de la Secuencia Didáctica

La primera experiencia de mediciones sobre la maqueta se realizó en el ámbito de la asignatura, donde el diseño experimental fue puesto a prueba por los estudiantes que la construyeron con algunos docentes y estudiantes invitados. Esta primera experiencia sirvió para evaluar la secuencia de actividades que posteriormente se desarrollaron con los estudiantes de primer año de la carrera y con estudiantes de nivel medio.

Posteriormente, la experiencia fue reproducida en una muestra de carreras de la sede con la presencia de estudiantes del nivel medio que tuvo lugar en la Facultad de Ciencia y Tecnología, sede Concepción del Uruguay.

Además, se realizó una tercera experiencia con estudiantes del primer año del Profesorado en Matemática, donde se planteó una serie de actividades para que identifiquen los elementos con los que se debía trabajar. Al igual que la experiencia anterior, también se les pidió que los ubicasen en los lugares correspondientes según el bosquejo realizado en el pizarrón como representación de la situación, y se procedió a la medición de las magnitudes cálculos y comprobación de los datos.

Cabe destacar que dicha actividad fue realizada en el marco de la materia Geometría I del Profesorado y, durante el desarrollo de los contenidos correspondientes a semejanza, Teorema de Thales y sus consecuencias.



Figura 3. Actividades de Medición (Alumnos del Profesorado)

Los resultados obtenidos fueron afectados de errores. Se discutió acerca de la naturaleza de estos errores de medición atribuibles a factores como el pulso del experimentador, la difusión de la sombra, la imprecisión del instrumento de medición, la inestabilidad de la maqueta de cartón, la forma de utilizar los instrumentos, el redondeo o truncamiento en los cálculos, entre otras. Cabe destacar la inquietud de los estudiantes de primer año ante la presencia de un error tan significativo como el que se mostrará a continuación en las columnas de los experimentos 1 y 2, lo que motivó a realizar nuevamente la experiencia con cuidado en la utilización de los instrumentos y con una postura más rigurosa a la hora de medir, logrando así que los errores disminuyan.



Figura 4. Cálculos con los resultados de las mediciones (Alumnos del Profesorado)

Se muestran los resultados de algunas de las experiencias de medición durante la experiencia y su mejoría tras evaluar todos los factores de error que podrían haber afectado el proceso de medición.

Tabla 4. Datos de las mediciones obtenidas con estudiantes de primer año del Profesorado en Matemática

Experimento	1	2	3
Sombra de Thales	13 cm	13.6 cm	10.3 cm

Sombre de la pirámide	25 cm	22.1 cm	22.2 cm
Altura de Thales	9 cm	9.5 cm	9.6 cm
Altura calculada de la pirámide	17.3 cm	15.4 cm	20.7 cm
Altura real de la pirámide	19.5 cm	19.5 cm	19.5 cm
Error relativo	0.11	0.21	0.06

Conclusiones y/o recomendaciones

Este trabajo sirvió para determinar una discusión acerca de la forma en la que el relato, tal como aparece en los textos, puede interpretarse más como una simplificación del suceso más que como un relato fidedigno.

Si bien, no podemos reconstruir el acontecimiento, podemos inferir que, como se afirmaba al inicio del presente trabajo, la historia puede haber sido distinta, Thales puede haber logrado la medición luego de un trabajo de conjetura, ensayo y error, y que los resultados, más allá de ser aceptables, no responden a la exactitud y precisión que se atribuye a todos los procesos matemáticos, y esto brinda un espacio de discusión con los estudiantes acerca de la actividad matemática como producto cultural.

También motiva la discusión acerca de la búsqueda de la exactitud: cuáles son los márgenes de error aceptables de acuerdo con el tipo de actividad que se esté realizando.

Como docentes y futuros docentes, también se arriba a la conclusión de que, la elaboración de material didáctico con materiales económicamente accesibles puede fomentar la creatividad de los estudiantes y su acercamiento a la historia de la ciencia en general y de la matemática en particular.

Referencias

- Álvarez, C. Álvarez, F. Garrido, L, Martínez S. Ruiz,A. (1998). Matemática 8. Barcelona: Vicens Vicens.
- González Urbaneja, P. M. (2004). La historia de las matemáticas como recurso didáctico e instrumento para enriquecer su enseñanza . Suma, 17-28.
- Latorre, M. Spivak, L. Kaczor, P. Elizondo M. (1997). Matemática 8, EGB. Buenos Aires: Santillana.
- Matematicas Cercanas. (2014). Obtenido de <https://matematicascercanas.com/2014/04/06/la-piramide-de-keops/>
- Repetto, C. Linskens, M. Fesquet, H. (1968). Geometría 3, Matemática Moderna. Buenos Aires: Kapelusz.

Datos de los autores

Julio A. Ponce de León: Es Licenciado en Ciencias Aplicadas, egresado de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional en el año 2004 y profesor de Matemática y Cosmografía, egresado en el año 1991. Se desempeña como profesor asociado de Análisis Matemático, Historia de la Matemática y Seminario del Profesorado en Matemática de UADER FCyT, así como profesor Adjunto de Análisis Matemático en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultades Regionales Concepción del Uruguay y Concordia. Está cursando la carrera de posgrado: Especialización en Educación Científica dictada en UADER FCyT sede C. del Uruguay.

Soledad Evangelina Fellay: Es estudiante del profesorado en Matemática de la Sede Concepción del Uruguay de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Se ha desempeñado como alumna auxiliar en la cátedra de Geometría I del Profesorado en Matemática así como en la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de las Carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, dentro del convenio celebrado entre ambas Universidades.

María Victoria Moretti: Es estudiante del profesorado en Matemática de la Sede Concepción del Uruguay de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Se ha desempeñado como alumna auxiliar en la cátedra de Matemática I de la Licenciatura en Automatización de esta Facultad así como en la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de las Carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional y del Seminario de Ingreso a dicha Universidad.

Belén Sofía Reim: Es estudiante del profesorado en Matemática de la Sede Concepción del Uruguay de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Se ha desempeñado como alumna auxiliar en la cátedra de Probabilidad y Estadística I del Profesorado en Matemática así como en la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de las Carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, dentro del convenio celebrado entre ambas Universidades.

Pablo Ezequiel Schlotthauer: Es estudiante del profesorado en Matemática de la Sede Concepción del Uruguay de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Autónoma de Entre Ríos. Se ha desempeñado como alumno auxiliar en la cátedra de Análisis Matemático I del Profesorado en Matemática así como docente en los planes de mejora institucional del CGE.

Análisis de la valoración de los alumnos acerca del uso de un aula virtual como complemento a la clase presencial de Matemática

M. Julia Bolívar
Universidad de Buenos Aires
mjuliabolivar@gmail.com

Eje temático: Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen.

El presente trabajo analiza la introducción de un aula virtual, para colaborar y complementar la enseñanza presencial, en la materia Análisis Matemático I, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo. De este modo se buscó ampliar la cantidad de recursos disponibles para que los alumnos puedan abordar la materia. En el aula virtual se incluyeron: apuntes teóricos, videos con explicaciones, ejercitación a modo de autoevaluación y foros de comunicación. Para realizar el análisis se indagó la valoración de los estudiantes respecto de la incorporación del aula virtual. Dicho análisis se realizó a partir de los resultados obtenidos en un cuestionario, entrevistas a alumnos, observaciones de clase y los datos recogidos del registro del aula virtual.

Aunque la muestra estudiada no permite generalizar conclusiones, este análisis brinda indicios de que los alumnos, en general, valoraron positivamente la propuesta. El entorno virtual aportó mayor flexibilidad temporal y espacial al proceso de aprendizaje, la ejercitación permitió a los estudiantes autoevaluar sus conocimientos, pudiendo también acceder a material complementario de estudio según sus preferencias. Se detectaron ciertas limitaciones en cuanto al uso de los foros.

Palabras clave: Enseñanza de la matemática, blended learning, aula virtual.

Introducción

Actualmente en las clases de matemática de primer año de la universidad encontramos alumnos con muchas dificultades para lograr el aprendizaje deseado, se observa que la mayoría no realiza un trabajo cotidiano y continuo con los contenidos de la materia. Tampoco tienen demasiadas oportunidades de autoevaluarse, ni de evacuar sus dudas fuera de la clase presencial.

Las interacciones que se dan en clase son mayoritariamente centradas en el docente. En el modelo actual que encontramos en las aulas es el docente quien brinda los conocimientos y los alumnos reciben en forma pasiva sus explicaciones. En las clases de matemática los únicos instrumentos utilizados, suelen ser, el pizarrón, la calculadora, el discurso docente y una guía de ejercicios que intenta mostrar el objetivo a alcanzar.

Por otro lado, en los últimos años la sociedad ha cambiado muy rápidamente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han inundado casi todos los ámbitos de la comunicación y del acceso a la información, y la universidad no puede permanecer ajena. Rosa María Rodríguez Izquierdo (2011) señaló que: “constatando esta realidad, se deben aprovechar las potencialidades que ofrecen las tecnologías, de modo que se integren estos recursos en los esquemas de trabajo universitario pero no de cualquier modo” (p.10). Para esta autora las TIC no son más que medios y recursos, definir cómo, para qué y en qué contexto las utilizemos es lo que hará que tengan una incidencia u otra.

En tal sentido surge el concepto de Blended Learning (BL) el cual posee distintos significados, pero el más ampliamente aceptado es entenderlo como aquel diseño docente en el que tecnologías de uso presencial (físico) y no presencial (virtual) se combinan con objeto de optimizar el proceso de aprendizaje (Martínez, 2007, ¶ 1) . El aula virtual es una herramienta (página WEB), que constituye un entorno o plataforma de aprendizaje, donde el alumno puede acceder, brindando posibilidades de encuentro entre alumnos y profesores, para informarse sobre programas, bibliografía, documentación vinculada, actividades, ejercitaciones, y para consultar, intercambiar ideas, y discutir respecto al desarrollo y los contenidos de la asignatura.

Para intentar dar respuesta a los problemas comentados anteriormente y en el marco de mi trabajo de Tesis: Tic en la enseñanza de las matemáticas en primer año de la Universidad, he generado actividades de enseñanza utilizando el aula virtual de la Universidad de Palermo en una propuesta bajo la modalidad b-learning. En dicha aula se incluyeron: apuntes teóricos, videos con explicaciones, ejercitación a modo de autoevaluación y foros de comunicación.

Sin embargo, no basta solamente con la introducción de un nuevo recurso a la clase para que se produzcan mejoras en el aprendizaje de nuestros alumnos, por ello es necesario analizar y reflexionar acerca de qué modo integrar las tecnologías en nuestras clases. Este artículo analiza dicha introducción desde la perspectiva de los alumnos.

Se buscó indagar la actitud de los estudiantes respecto del entorno propuesto. Desde la psicología social, Calvet, Ponzoni y Rodríguez (2015) afirman que, las actitudes consisten en la valoración positiva o negativa, de grado variable entre estos dos extremos, de los sujetos hacia un objeto social concreto o abstracto determinado. Estas valoraciones orientan las conductas de las personas por ello la importancia de analizarlas.

Marco teórico y Metodología

Este trabajo se encuadra en el marco de la teoría socio-histórica, la cual presenta sus orígenes en los trabajos de Vigotsky (1896-1934) que luego fueron continuados por Leontiev (1903 -1979) y Luria (1902 – 1977). Desde esta visión lo que el alumno aprenda estará influido por la cultura en la cual se encuentra inmerso, el contexto en el que lo aprenda y sus experiencias particulares.

Se considera que el significado y las identidades son construidos en las interacciones, mientras que la construcción de estos significados e identidades es influenciada por el contexto en el que se inscriben (Gros Salvat, 2004).

Una situación educativa, para efectos de su análisis e intervención, requiere concebirse como un sistema de actividad cuyos componentes incluyen (Engeström 1987, citado en Gros Salvat, 2004):

- El sujeto que aprende.
- Los instrumentos utilizados en la actividad.
- El objeto a apropiarse u objetivo que regula la actividad (saberes y contenidos).
- Una comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan.
- Normas o reglas de comportamiento que regulan las relaciones sociales de esa comunidad.
- Reglas que establecen la división de tareas en la misma actividad.

Los autores suelen representar los componentes del sistema de actividad como vértices de un triángulo expandido, como se muestra en la siguiente figura:

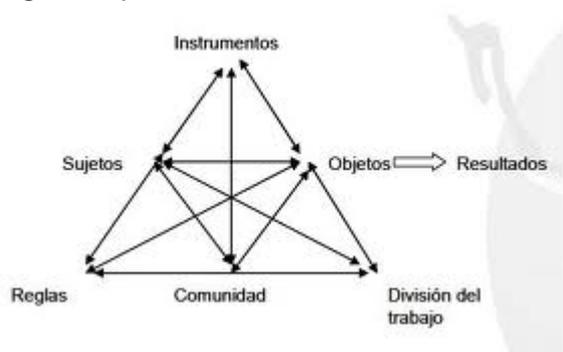


Fig N°1: Esquema del sistema de actividad. (fuente: mrodriguezperalta.blogspot.com.ar).

En el caso de esta investigación se trabajó la inclusión de un aula virtual como instrumento para favorecer el aprendizaje de los alumnos.

La experiencia fue desarrollada durante el año 2015 con un grupo de alumnos de la materia Análisis Matemático I, de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo. Específicamente se realizó en 4 cursos de la materia, 2 cursos del turno noche, 1 del turno tarde y 1 de la mañana.

Esta materia es cursada por alumnos que ingresan a la universidad (es decir, es de las primeras materias que los alumnos deben cursar), su modalidad es de cursada presencial de 4 horas, con un solo docente a cargo, el cual va alternando teoría y práctica. La modalidad de clase es mayoritariamente expositiva, con apoyo del pizarrón como instrumento donde se vuelcan los conceptos y ejemplos de los temas abordados. También se cuenta con guías de ejercitación acerca de los temas desarrollados las cuales son comunes a todos los cursos.

La propuesta consistió en generar un espacio complementario a la clase presencial. El entorno virtual fue presentado como otra herramienta (además de las guías de ejercitación) que los alumnos podrían utilizar para el estudio de la materia. Se insistió en la obligatoriedad de anotarse al aula y la participación en las tareas propuestas.

A continuación se presenta una descripción del aula virtual, al ingresar a la misma uno se encuentra con una imagen como la siguiente:



Fig N° 2: Pantalla inicial de ingreso al aula virtual de Análisis Matemático I. Año 2015.

Como se puede observar en la Figura N°2 hay en el aula diferentes carpetas: Agenda, Enlaces, Foros, Documentos, Anuncios y Ejercicios, las cuales estuvieron habilitadas en el transcurso de la materia para que los alumnos puedan visitar y ver el material allí propuesto.

La **Agenda** se utilizó para volcar el cronograma de clases, allí se describió brevemente que temas iban a ser vistos cada día y que trabajos prácticos podrían ser resueltos.

En **Documentos** se subieron diferentes archivos (word o pdf) con: los trabajos prácticos de la materia y apuntes teóricos con los temas desarrollados en clase.

En la carpeta **Enlaces** se agregaron links a páginas web, en general con videos, que contenían explicaciones que podían ser de ayuda para reforzar los conceptos vistos en clase, o en algunos casos los videos se utilizaron como motivadores de clase (es decir los alumnos debían traer visto el material acerca de un tema antes de asistir a la clase en la cual se iba a desarrollar el mismo).

En **Anuncios** se publicaron diferentes avisos, como ser la existencia de un nuevo ejercicio, documento o foro, también se utilizó para recordar si debían llevar algún documento a clase o traer visto algún video. Además se enviaron por mail los anuncios publicados.

En **Ejercicios** se publicó ejercitación sobre los temas desarrollados en clase, estos eran de tipo múltiple choice o completar espacios en blanco. Los ejercicios informan al alumno, al finalizar, cuál es la opción correcta. También dan una devolución acerca de los errores realizados. Por otro lado, el docente, puede observar los resultados alcanzados por los alumnos, el tiempo que tardó en realizarlo, que día lo hizo, como también permite enviarles comentarios acerca de los mismos. Se publicaron en total 5 ejercicios previos al primer parcial, los mismos fueron publicándose a medida que se iban desarrollando los temas correspondientes.

4. Exponencial y Logaritmo

Completar los espacios en blanco con alguna de las expresiones que se encuentra entre paréntesis.

Pregunta 2 : Completar los espacios en blanco siendo f la siguiente función:

$$f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x + 3$$

La función exponencial dada es (creciente/decreciente) y presenta una asíntota (vertical/horizontal) a (derecha/izquierda), la ecuación de la misma es (x=3/ x=-3/ y=3/ y=-3)

[➡ Siguiente pregunta](#)

Fig N°3: Autoevaluación correspondiente a función exponencial. Ejercicios de completar espacios en blanco.

En cuanto a los **Foros** propuestos su objetivo fue que los alumnos puedan preguntar allí sus dudas y tener un espacio de comunicación asincrónica, que les permita comunicarse tanto con el docente, como con sus compañeros de clase, sin necesidad de que las personas que intervienen se encuentren utilizando el aula virtual de manera simultánea.

Título	Respuestas	Vistas	Autor	Último mensaje
Ejercicios Adicionales Fun Expo, Log y Trigo	6	44	Damian Bermudez	2015-04-20 20:52:25 Publicado por Damian Bermudez
ejrcitacion modulo	1	15	Mariano Bidegain	2015-04-15 19:31:16 Publicado por Maria Julia Bolivar
Re:P2 ej 12 D	8	123	Maria Julia Bolivar	2015-04-12 12:46:51 Publicado por Maria Julia Bolivar

Fig N°4: Vista de los foros.

Para indagar la valoración de los alumnos se trabajó con un cuestionario, entrevistas a alumnos, observaciones de clases y los datos recogidos en el aula virtual.

El cuestionario incluyó, además de ciertos datos sociodemográficos y tres preguntas semiestructuradas, una escala, esto es, una serie de ítems o afirmaciones con el fin de indagar sobre la actitud de los alumnos acerca del uso del aula virtual.

Para facilitar el análisis de las respuestas volcadas en la escala, se distinguieron tres dimensiones, que se describen a continuación, y se generaron una serie de afirmaciones que intentan capturar la información requerida, registrándose la frecuencia (muy de acuerdo, de acuerdo, ni acuerdo ni desacuerdo, en desacuerdo, muy en desacuerdo) en las respuestas de cada ítem.

Dimensión 1: Accesibilidad

Dentro de esta dimensión se incluyeron los ítems que hacen referencia a cuestiones técnicas de la experiencia del alumno con el aula virtual, por ejemplo si tuvo o no dificultades ya sea para acceder como también para ver el material allí presentado. El objetivo fue indagar la experiencia con el aula en cuanto a lo técnico y también analizar si fue valorado el hecho de poder acceder sin limitaciones de tiempo y espacio.

Los ítems de la escala incluidos en esta dimensión fueron:

- Siempre pude acceder al aula virtual
- Pude descargar sin inconvenientes los materiales del aula virtual.
- Accedí al aula virtual en los horarios más convenientes para mí
- Accedí al aula virtual desde los lugares más convenientes para mí

Dimensión 2: Experiencia afectiva

En esta dimensión se incluyeron los ítems referidos a la experiencia afectiva del alumno en relación al aula virtual. Se propuso indagar su actitud acerca de la propuesta en el aula, que material resulto de su preferencia a partir de su estilo de aprendizaje, cómo prefirió comunicarse con el docente y sus compañeros, si se sintió cómodo ante la utilización de un foro, y si la propuesta le pareció interesante.

Los ítems referidos a la experiencia afectiva del alumno fueron:

- Prefiero ver un video que leer apuntes de Matemática
- Prefiero comunicarme con los docentes vía mail antes que a través de un foro
- Es importante utilizar los foros para mejorar la comunicación con el docente y mis compañeros
- La propuesta de trabajo en el aula virtual es interesante

Dimensión 3: Cognitiva

Dentro de esta dimensión se incluyeron los ítems referidos específicamente al material de estudio presentado en el aula, se quiso analizar la valoración de los alumnos acerca de los ejercicios planteados, de los foros, de los videos y de los apuntes.

Los ítems referidos a este aspecto fueron:

- Las devoluciones de los ejercicios online me resultaron claras
- Los ejercicios online me permitieron descubrir mis errores
- Los foros me resultaron útiles para poder despejar mis dudas
- Prefiero sacarme las dudas en la clase presencial que en un foro
- Los videos, en general, me ayudaron a comprender los contenidos de la materia
- Los apuntes teóricos, en general, me ayudaron a comprender los contenidos de la materia
- La ejercitación online me permitió afianzar mis conocimientos
- El material presentado en el aula virtual me resultó útil para el estudio

Resultados obtenidos

Se matricularon en las aulas virtuales todos los alumnos que cursaron la materia, 79 alumnos en total provenientes de los 4 cursos.

El 68 % de los alumnos matriculados realizó al menos un ejercicio de los propuestos en el aula a modo de autoevaluación. El porcentaje de los alumnos que realizó los ejercicios fue disminuyendo en el transcurso de la cursada.

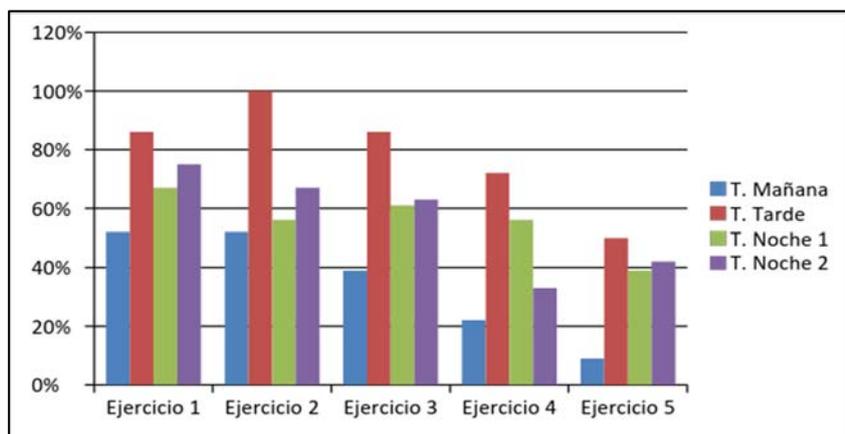


Fig N°5: Porcentaje de alumnos que realizó cada ejercicio del aula virtual discriminado por curso (fuente: elaboración propia).

En cuanto a las participaciones en los foros estas fueron muy escasas, sólo un 10 % de los alumnos utilizó los mismos para comunicarse. Las comunicaciones estuvieron, en general, dirigidas al docente.

Se observa que los alumnos que participan activamente del foro, son también los más participativos en la clase presencial. En el turno tarde hubo mayor porcentaje en cuanto a la realización de los ejercicios y también es en el que se registran más comunicaciones en el foro, se observa que los estudiantes de este curso utilizaron más las herramientas del aula virtual en general.

Se observó también un uso indirecto de la herramienta del foro, que consistió en alumnos que, si bien no participan activamente, entran a leer lo que otros escriben.

Análisis de la valoración de los alumnos a partir de los resultados de las entrevistas, encuestas y observaciones de clase

Se realizaron 4 entrevistas (2 alumnos del turno tarde y 2 del turno noche 1) semi-estructuradas al finalizar la cursada. Los estudiantes que fueron entrevistados aceptaron voluntariamente participar y fueron alumnos que efectivamente utilizaron al menos alguna herramienta del aula virtual durante la cursada.

Se encuestó (luego de tomar el primer parcial) a un total de 70 alumnos, contándose con 13 estudiantes del turno tarde, 22 del turno mañana, y 35 del turno noche. Sólo un alumno de la totalidad encuestada respondió no haber utilizado el aula virtual durante el transcurso de la materia.

Posibilidades de Acceso

Se observó una gran valoración por parte de los estudiantes en cuanto a las posibilidades de acceder al aula sin limitaciones de tiempo y espacio.

En todas las afirmaciones de la escala que hacen referencia a esto se observa un porcentaje mayor al 90% de aceptación (entre los que están muy de acuerdo y de acuerdo).

Los alumnos entrevistados resaltaron especialmente la posibilidad que les brindó el aula de poder refrescar lo visto antes de la clase a través de los videos, para poder "estar en tema" al llegar a clase, además destacan la posibilidad de poder verlo varias veces en caso de ser necesario. Recorremos algunos comentarios:

"Facilita mucho cuando no se puede asistir a clase"

"Me re sirvió el aula virtual, los videos me vinieron muy bien y estuvo bueno porque me permitió ver los temas un poco antes y al venir a clase ya sabía de lo que se trataba"

Experiencia Afectiva

En general los alumnos han valorado positivamente las posibilidades que les brindó el aula para acceder a materiales de estudio de acuerdo a sus preferencias personales. En este sentido algunos valoraron y resaltaron las características y potencialidades de los videos pero también hubo un gran porcentaje que valoró los materiales tipo apunte en formato de texto.

El 50% parece elegir el video frente al apunte, pero también hay quienes prefieren el formato de texto escrito y lineal, en este sentido la valoración es de todos modos positiva ya que el aula permite la coexistencia de ambos formatos complaciendo las diferencias individuales de cada alumno.

Algunos comentarios de los alumnos en este sentido fueron:

"Yo entiendo mejor viendo el video que leyendo, es como que vuelvo a refrescar la clase. A mí me es más práctico ver el video que ponerme a leer. Yo retengo más de esa forma"

"Los videos me ayudaron a estudiar, porque no me gusta leer, y me facilitan la comprensión"

"Está muy bueno esto que armaste en el aula virtual. Sos la primera que veo que aprovecha esto"

"Los apuntes teóricos facilitaron mi estudio, porque complementan lo explicado en clase"

"Me ha facilitado el estudio los apuntes subidos ya que fueron la forma de aclarar mis dudas"

En cuanto a los foros, la mayoría de los alumnos no se sintió cómodo con su uso. Se observa cierta resistencia por parte de los alumnos para comunicarse por este medio.

Un 46 % de los alumnos manifiesta preferir la comunicación vía mail que a través de un foro en el aula virtual. Un 38 % manifiesta no tener preferencia y sólo un 16 % no está de acuerdo con la afirmación.

Sólo un 18% está muy de acuerdo con la importancia de utilizar los foros y un 23 % está de acuerdo.

Si bien, los alumnos están muy acostumbrados a utilizar las tecnologías para comunicarse en su vida cotidiana, pareciera que, en cuanto a las cuestiones relativas a la materia, hay una cierta resistencia a utilizar la tecnología como medio de comunicación.

Otro obstáculo presente en la comunicación a través de este medio podría ser la ausencia de competencias de expresión escrita en los alumnos. Además podemos mencionar la dificultad comentada por los alumnos en cuanto a la posibilidad de adjuntar una foto, es decir en cuanto a lo amigable de la herramienta para estas opciones.

“Yo no me sentí cómodo con los foros, después me di cuenta que los que callan en el aula y no contestan nada no es porque entiendan sino lo contrario. Si mire en el foro las preguntas de los demás”

Contenido

En líneas generales los alumnos valoraron positivamente el contenido volcado en el aula ya sean los videos como los textos escritos.

En cuanto a las devoluciones dadas por los ejercicios, en general, los alumnos consideraron que fueron claras (81%) y que les permitieron descubrir sus errores (65%).

Hubo un porcentaje muy bajo de alumnos (35 %) que valoró el uso de los foros para despejar las dudas. La mayoría de los alumnos (75 %) afirma preferir la clase presencial para preguntar sus dudas. Sin embargo, los que han usado la herramienta destacan su utilidad.

Recorremos algunos comentarios de los estudiantes:

“Los ejercicios online me ayudaron a comprender si lo que había entendido era correcto”

“Los ejercicios de múltiple choice me ayudaron a entender en que me equivocaba”

“Los videos me sirvieron para entender cuestiones que habían quedado en el aire. Al poder verlo dos o tres veces, en algún momento lo entiendes”

“Lo teoría me sirvió ya que si faltaba a clase lo tenía ahí”

Conclusiones

- En general el aula virtual permitió ofrecer distintos recursos al alcance de los alumnos, lo cual fue valorado por la mayoría de ellos. Se puede afirmar que el entorno virtual ayudó a los alumnos que han hecho uso del mismo en cuanto a: la provisión de contenido, a planificar su aprendizaje y a la evaluación de sus aprendizajes.
- Los alumnos que hicieron uso del aula pudieron realizar un mejor manejo de sus tiempos aprovechando la posibilidad de acceder al material allí presentado en los momentos y lugares más convenientes.
- En cuanto al material propuesto algunos han destacado sentirse más a gusto con la lectura lineal de los apuntes, mientras que, otros han preferido representaciones dinámicas como los videos. A la hora de ejercitar muchos resaltan los resultados inmediatos que arrojan los ejercicios propuestos en el aula virtual. Los resultados obtenidos en la encuesta muestran que el 99% de los alumnos considera que el material propuesto fue útil para el estudio.

- Respecto a los ejercicios de corrección inmediata se concluye que habría que mejorar en dos aspectos, el primero profundizando las devoluciones de los ejercicios como también pensando estrategias para motivar el uso de esta herramienta.
- En cuanto a los foros, éstos mejoraron la comunicación pero no de la manera esperada. La mayoría de los alumnos no utilizó la herramienta y tampoco valoró su uso. Pareciera que, la mayor parte de los estudiantes no ve la necesidad de usar los foros. También, por algunos comentarios de los alumnos, podemos mencionar la vergüenza como una de las posibles causas del poco uso de la herramienta. Otros alumnos mencionaron tener cierta dificultad para expresar sus ideas o dudas de forma escrita. Es necesario repensar la utilización de esta herramienta para futuros cursos ya que los resultados no fueron los esperados.

En síntesis, la mayoría de los alumnos ha valorado positivamente la propuesta de trabajo con el aula virtual.

Sin embargo, si bien en principio se muestran muy conformes y gratamente sorprendidos por el entorno virtual en el transcurso de la cursada va disminuyendo esta motivación y va ganando fuerza el trabajo tradicional de la materia.

Se debe seguir trabajando, por un lado, para ampliar la cantidad de material disponible, por otro lado habría que profundizar en el uso de las herramientas utilizadas y también explorar otras que no han sido usadas para esta experiencia.

Serán necesarios también cambios más profundos desde la gestión de la clase para poder aprovechar en su totalidad los beneficios que las tecnologías pueden aportar.

Referencias Bibliográficas

- Calvet, M. S., Ponzoni, E., & Rodríguez, G. (2015). Nuevas tecnologías en las propuestas didácticas: presentación del diseño de un instrumento para evaluar las actitudes de los estudiantes hacia la integración de las TIC en el aula. En memorias del VII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología (p. 58).
- Gros Salvat, B. (2004). *La construcción del conocimiento en la red: límites y posibilidades*. Disponible en: http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_05/n5_art_gros.htm
- Martínez, D. A. (2007). Blended learning: modelo virtual-presencial de aprendizaje y su aplicación en entornos educativos. En TIC@ aula 2007 [Recurso electrónico]: aula digital (p. 39). Servicio de Publicaciones.
- Rodríguez Izquierdo, R. M. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza Universitaria: Problemas y Soluciones. *Profesorado, Revista de curriculum y formación del profesorado*, Vol. 15, n°1, 2011. <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev151ART1.pdf>

Datos de la autora

Bolívar, María Julia: Es Profesora en Enseñanza Media y Superior de Matemática egresada de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (2006). Es Magíster en Educación en Ciencias egresada de la Universidad Nacional del Comahue (2016). Se desempeña como docente en distintas universidades tanto en el ámbito privado como público.

Programa de Ciencias Básicas en la Universidad Tecnológica: una oportunidad para el aprendizaje.

Ashfield, Francisco ^(1, a); Enciso, Paula ^(1, b); Horjales, Sofía ^(1, c); Gutiérrez, Jorge ^(1, d); Pacheco, Mariangel ^(2, d); Pena, Álvaro ^(1, 2, e)

1. Programa de Ciencias Básicas, Departamento de Programas Especiales, Universidad Tecnológica, Uruguay.

2. Programa de Evaluación y Estadística, Departamento de Programas Especiales, Universidad Tecnológica, Uruguay.

(a) francisco.ashfield@utec.edu.uy, (b) paula.enciso@utec.edu.uy, (c) sofia.horjales@utec.edu.uy, (d) jorge.gutierrez@utec.edu.uy, (e) alvaro.pena@utec.edu.uy

Eje Temático: 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

Una gran preocupación en educación superior es la escasa apropiación de saberes en Ciencias Básicas de algunos estudiantes, hecho que particularmente se evidencia al inicio de la actividad académica. Esta situación puede ser producto de múltiples causas, que lleva a que con frecuencia docentes de asignaturas de primer año deban destinar una mayor dedicación a contenidos introductorios en ciencias. Además, en el caso de la Universidad Tecnológica (UTEC), los estudiantes ingresan con características diversas, como por ejemplo, su perfil de ingreso, edad y momento en que realizaron su última actividad educativa.

Por estos motivos, nos propusimos lograr una mayor apropiación de los saberes mediante el diseño específico de un programa transversal de Ciencias Básicas (PCB) dirigido a todos los estudiantes de la UTEC e integrando el aprendizaje en línea de manera flexible. En el primer semestre la experiencia se focalizó en los estudiantes de primer año y combinó cursos cortos virtuales autoasistidos del tipo SPOC (*Small Private Online Course*) con instancias de interacción con tutores, promoviendo la implementación de un modelo de "aula invertida".

El presente artículo se focaliza en los resultados y aprendizajes del PCB en el primer semestre del 2017 en las áreas de Biología, Física, Matemática y Química.

Introducción

El Departamento de Programas Especiales diseña e implementa proyectos, programas y carreras en concordancia con los cometidos de la Universidad Tecnológica, para el desarrollo de "Habilidades y Competencias del Siglo XXI". No solo dentro de la comunidad educativa, sino conjuntamente del entorno social y productivo, entendiendo también a cada individuo como gestor de oportunidades; trascendiendo las fronteras geográficas e institucionales, así como de las diferentes disciplinas del conocimiento, bajo una modalidad flexible y articuladora.

Con esta misión se han desarrollado cinco programas transversales dirigidos a todos los estudiantes de la UTEC, independientemente de la carrera y localidad donde cursen estudios. De este modo, se apunta al fortalecimiento de competencias específicas, pero ampliando las opciones, hacia la construcción de un proceso de flexibilidad curricular con la participación activa de los estudiantes en su elección, en un modo de "libre configuración". El Programa de Ciencias Básicas es uno de los programas transversales, que integra áreas comprendidas en el modelo de "Educación STEM" (*Science, Technology, Engineering & Mathematics*) que busca incrementar la apropiación de saberes (saber, saber hacer, saber ser, saber convivir) ^[1] en el área de las ciencias.

Para llevar adelante estos procesos se hace necesaria la aplicación y uso de metodologías activas, que permitan a los estudiantes a promover, adquirir y/o consolidar competencias transversales necesarias para su formación integral. ^[2-3] La integración dentro del Departamento de Programas Especiales se basa en la experiencia de que a través de la ciencia es posible fomentar las competencias del Siglo XXI, con énfasis en la resolución de problemas, el pensamiento crítico y habilidades de investigación ^[4].

En este sentido, también la utilización de plataformas virtuales fomenta el autoaprendizaje, el desarrollo de la competencia digital y el manejo ético y responsable de la información, buscando diversificar los canales de comunicación entre los docentes y estudiantes, y entre pares. En estos casos, el docente pasa de tener un rol de transmisor de información a asumir el papel de orientador y facilitador del aprendizaje en el uso de recursos y herramientas para construir nuevo conocimiento, colocando al estudiante en el centro del aprendizaje. ^[5]

En particular, en la experiencia del primer semestre académico del 2017, el programa se focalizó a los estudiantes que ingresaron a UTEC, con el fin de contribuir con la apropiación de saberes y fundamentos en las áreas de Biología, Física, Química y Matemática. Con este fin, se combinaron cursos cortos on-line autoasistidos en la plataforma EDU (Open-edX) de UTEC, con instancias de interacción con tutores, promoviendo la implementación de un modelo de "Aula Invertida"; metodología de aprendizaje semipresencial que integra el acceso virtual a clases y recursos digitales de aprendizaje, dejando las instancias presenciales para el trabajo colaborativo, poner en práctica los conceptos y empezar a generar la autonomía del estudiante a través del uso de nuevas tecnologías educativas.

Objetivos

El objetivo focal del programa es incrementar la apropiación de saberes en Ciencias Básicas en los estudiantes de UTEC. Para ello, nuestra estrategia se centró en facilitar y acompañar el proceso de aprendizaje de los estudiantes al ingresar a la UTEC a través de la introducción de contenidos relevantes para los cursos universitarios; tratando de contribuir a un mayor porcentaje de aprobación de los estudiantes en los cursos curriculares, así como la integración y aplicación de las ciencias en áreas tecnológicas.

Además, estamos comprometidos con la generación de nuevas propuestas educativas de interés para los estudiantes de UTEC. Este hecho debe implicar un relevamiento continuo de sus necesidades e intereses para la elaboración de distintos objetos de aprendizaje atractivos que busquen acercar a los estudiantes al aprendizaje de las ciencias y, de esta forma, disminuir los preconceptos existentes.

Como programa transversal de UTEC, estamos cometidos a apoyar el intercambio, inclusión e integración (estudiante-estudiante, estudiante-docente, docente-docente), trabajando en conjunto con docentes y coordinadores de carreras; con el fin de generar nuevos enfoques multidisciplinares que contribuyan a la comprensión de la aplicabilidad de las ciencias y que puedan tener acceso todos los estudiantes de UTEC de forma transversal e integral.

Metodología

Cada docente responsable de cada área llevó a cabo en el segundo semestre del 2016 la planificación de los contenidos necesarios para la implementación de los cursos posibles, que serían realizados por los estudiantes en 2017. Esto requirió la articulación y coordinación previa con docentes de las carreras de UTEC.

Se avanzó hacia una mayor interacción con las necesidades académicas de las distintas carreras de UTEC, de forma de viabilizar una estrategia orientada a estudiantes de todas las carreras. Esto implicó:

- **Reestructura de cursos 2016:** con el objetivo de adaptar a las necesidades educativas, modificaciones requeridas y mejoras a los cursos existentes. Además, se editaron audiovisuales de cursos existentes.
- **Correcciones y mejoras:** la primera experiencia permitió la retroalimentación académica y técnica del equipo docente y estudiantes.
- **Relevamiento académico para nuevos cursos:** articulación con docentes de todas las unidades curriculares de las distintas carreras de UTEC, para conocer el perfil de ingreso, contenidos a reforzar mediante el PCB.
- **Nuevos audiovisuales:** para esta nueva edición se elaboraron 34 videos para todas las unidades curriculares.

Adicionalmente, a nivel técnico se requirió la mejora continua del entorno virtual EDU de la Universidad, y el ajuste de los procesos de desarrollo de contenidos, ya que UTEC es la primera institución nacional que integra una modalidad de cursos virtuales autoasistidos del tipo edX. Se instaló la nueva versión del entorno Open-edX (Eucalyptus) que ofrece mejoras en la interfaz de comunicación, nuevos módulos de ejercicios y la herramienta analítica que ofrece información detallada sobre la evolución académica del estudiante en las actividades de cada curso.

En el proceso de desarrollo de los cursos virtuales se crearon diversos objetos y recursos de aprendizaje:

- **Audiovisuales:** explicación de conceptos en forma de videos de corta duración, integrando pizarrón digital y animaciones como apoyo didáctico.
- **Fichas educativas:** documentos digitales que ofrecen material educativo complementario al audiovisual.
- **Simuladores educativos:** el estudiante puede interactuar y lleva a cabo distintas actividades educativas para poner en práctica digitalmente lo aprendido y compartir su experiencia con sus compañeros.
- **Ejercicios auto gestionado por el estudiante con corrección automática:** el foco está puesto en el aprendizaje y no en la penalización del error, permitiendo aprender en cada ejercicio ya sea de múltiple opción, entre pares, arrastrar y ordenar, entre otros.

Resultados

En el primer semestre de 2017 se ofrecieron 15 cursos en línea (Tabla 1).

Tabla 1. Cursos en línea autoasistidos ofrecidos durante el primer semestre.

Área	Curso
Biología	Bases de la vida
Biología	Fundamentos de metabolismo
Biología	Conceptos básicos de ecología
Física	Cinemática y dinámica
Física	Impulso y cantidad de movimiento
Física	Energía mecánica y su conservación
Física	Mecánica de los fluidos
Matemática	Precálculo - Fundamentos
Matemática	Precálculo - Límites y derivadas

Matemática	Precálculo - Funciones
Química	Estructura de la materia
Química	Tabla periódica y periodicidad
Química	Reactividad y estequiometría
Química	El carbono y sus compuestos
Química	Trabajando en el laboratorio de química

Los estudiantes que ingresaron a UTEC podían matricularse en cualquiera de ellos, dependiendo de los intereses y recomendaciones de los docentes de cada carrera interesada. Podemos destacar que el 30% de los estudiantes que ingresaron a UTEC en carreras vinculadas aprobaron algún curso del Programa de Ciencias Básicas, lo que representa un 18% del total de estudiantes de UTEC. La Tabla 2 resume las carreras de UTEC en las que se ofreció cursos del PCB.

Tabla 2. Se detalla con una X las carreras en las que se ofrecieron cursos de PCB. (LCTL: Lic. en Ciencia y Tecnología de Lácteos, LAA: Lic. Análisis Alimentario, BIO: Tec. en Ing. Biomédica, RIDE: Ing. en Riego, Drenaje y Manejo de Efluentes, IER: Ing. en Energías Renovables, ILOG: Ing. en Logística, IMEC: Ing. en Mecatrónica, TMECI: Tec. en Mecatrónica Industrial).

	BIOLOGÍA	FÍSICA	QUÍMICA	MATEMÁTICA
LCTL	x		x	x
LAA	x		x	x
BIO	x	x	x	x
RIDE	x	x	x	x
IER		x		x
ILOG		x	x	x
IMEC		x	x	x
TMECI			x	x

Por otra parte, si analizamos los estudiantes que tomaron algún curso del Programa y aprobaron (Figura 1), se puede visualizar que la mayor parte de los estudiantes aprobaron un curso (50%) y en promedio aprobaron dos. No obstante, se destaca que el 26% de los estudiantes que aprobaron lo hicieron en tres o más cursos.

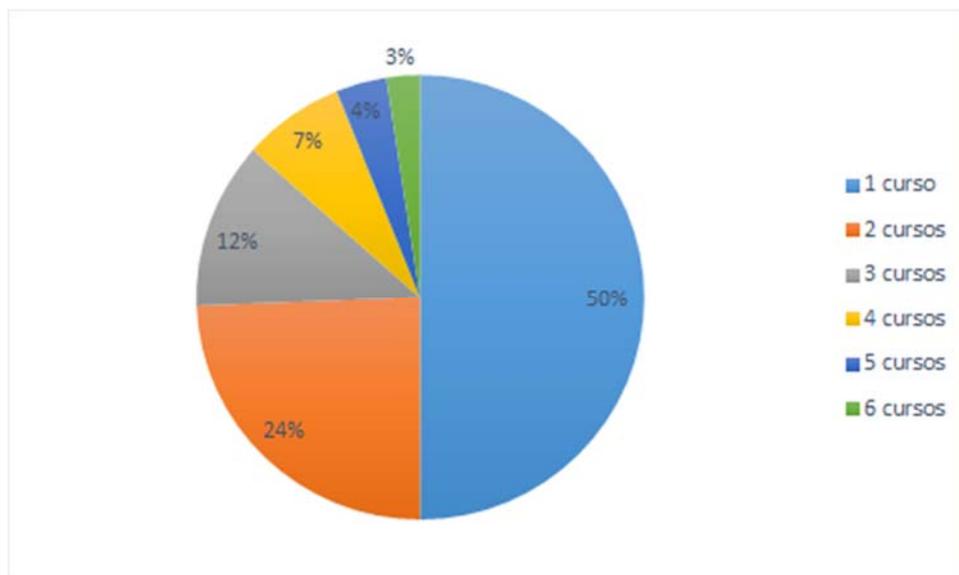


Figura 1. Porcentaje de cursos PCB aprobados por los estudiantes.

Discusión y conclusiones

Con el fin de cumplir con los objetivos trazados se han elaborado distintos recursos educativos, objetos de aprendizaje y actividades en plataforma que permitieron también fomentar una mayor apropiación del proceso de aprendizaje y autonomía del estudiante, a través del uso de nuevas tecnologías educativas. Es necesario entrelazar la actividad presencial para obtener mejores resultados en conjunto, considerando que para varios estudiantes es su primer paso en el ámbito universitario y quizás también en la utilización de plataformas virtuales.

Este proceso requiere la articulación entre los docentes de las diferentes unidades curriculares de las carreras de la UTEC con los tutores del Programa de Ciencias Básicas, a modo de conocer la evolución cada estudiante y de esta forma obtener resultados significativos en su proceso de aprendizaje durante el primer semestre de las carreras involucradas.

En este trabajo se presentan algunos resultados de la experiencia del primer semestre del 2017 del Programa de Ciencias Básicas de UTEC, los cuales permiten considerar algunas recomendaciones y otras implicaciones, y son interesantes al momento de la evaluación que se ha hecho hasta el momento.

En este marco se realizaron valoraciones en un análisis FODA, que se muestra a continuación.

Fortalezas

- Fortalecimiento de los conceptos básicos por parte de los estudiantes con herramientas educativas modernas.
- Primera experiencia en la utilización de herramientas virtuales para el aprendizaje fomentando la autonomía del estudiante.
- Riqueza y diversidad de los recursos educativos, objetos de aprendizaje y actividades creadas, que pueden ser utilizados más allá de las actividades propedéuticas. Posibilidad de utilizar los recursos educativos generados dentro de las unidades curriculares (material didáctico complementario).
- La realización de instancias presenciales de lanzamiento y explicación de plataforma y consultas generales por parte de los tutores del PCB colaboró en el conocimiento del programa y el acercamiento a los estudiantes y a los docentes de las unidades curriculares.

Debilidades

- Dificultad de los cursos para algunos estudiantes, dado que ingresan de distintas orientaciones por lo que el nivel de conocimiento es muy heterogéneo.
- La duración y la amplia oferta de cursos que pueden realizarse en paralelo, genera dificultad a la hora del seguimiento de los mismos en un tiempo acotado para cumplir con las demandas de los cursos.
- No encontramos en todos los casos los medios para comunicarse de forma fluida con los docentes de carreras. Aún buscamos mejorar el vínculo con los docentes de carrera para que se sientan acompañados a fin de mejorar su experiencia educativa.

Oportunidades

- Formar el grupo de trabajo del PCB que se vincula de forma transversal con todas las carreras de UTEC, y permite nuclear a docentes y estudiantes de todas las carreras de la Institución.
- Abordar las ciencias básicas y fomentar el interés por las áreas científicas desde el Nivel 0 y generar otros niveles u otros cursos de interés para las carreras y estudiantes.
- Generar una visión positiva hacia los cursos PCB, de los estudiantes y otros actores, del valor agregado que implica disponer de tutores y herramientas de aprendizaje disponibles de forma continua, complementando los cursos curriculares de las carreras.
- Posibilidad de trabajar en equipo con otras áreas del Departamento de Programas Especiales en proyectos en conjunto.
- Posibilidad de apertura de cursos y objetos de aprendizaje de PCB a otras instituciones educativas y/o actores sociales; así como su rediseño en conjunto de acuerdo a las necesidades.

Amenazas

- Falta de recursos y/o capacitación de los estudiantes para la utilización de herramientas virtuales que acompañen sus primeros pasos en la vida universitaria.
- Inconvenientes de algunos estudiantes respecto a los tiempos disponibles para realizar las actividades propuestas.
- Desinterés. Al no ser cursos curriculares o que generen créditos los estudiantes pierden interés.

Un Programa de formación en Ciencias Básicas debe tener como objetivo no sólo la enseñanza y/o el fortalecimiento de tal o cuáles contenidos disciplinares estudiados en los últimos años de la enseñanza media, sino que debe ser conceptualizado como un espacio especialmente diseñado para proveer las condiciones que animen a los estudiantes a volverse ciudadanos plenos: intelectualmente autónomos, comprometidos, participativos, críticos.^[6]

Somos conscientes que debemos fomentar en mayor medida el desarrollo un foco basado en las competencias y no tanto en contenidos y áreas, de forma de promover el pensamiento crítico, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje del error y del fracaso, así como la evaluación constructiva para cumplir con las metas trazadas.

La incorporación de PCB al Departamento de Programas Especiales, en una visión de programa transversal, requerirá expandir el acceso a los cursos a todos los estudiantes de la UTEC, hecho que plantea varios desafíos, tanto del equipo detrás del Programa, como de los docentes y estudiantes en cada carrera. La interacción entre docentes de diferentes disciplinas, técnicos y funcionarios no docentes, en una modalidad integradora resulta clave.

Plantear un modelo educativo enfocado en el individuo y su aprendizaje, integrado a las tecnologías y bajo una modalidad de “aula invertida”, representa una experiencia enriquecedora para la institución pero no ajena a dificultades que se deben tener presentes para su implementación.

A partir de la experiencia realizada y con el fin de mantener una mejora continua del programa, nos proponemos evaluar el mismo, en articulación con el Programa de Evaluación y Estadística de la UTEC. Esto permitirá aportar mayor información sobre el diseño y enfocar nuestras acciones durante el segundo semestre, así como volver a establecer los objetivos para el año 2018 y discutir cómo se llevará adelante su implementación.

Referencias bibliográficas

- [1] Delors, J. (2013). Los cuatro pilares de la educación. *Galileo*, (23).
- [2] Díaz, M. (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Alianza Editorial: Madrid.
- [3] Zabalza, M.A. (2009). Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional. (2ª Edic., 2ª reimpresión). Narcea: Madrid.
- [4] Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 13.
- [5] Salinas, J. (2008) Innovación educativa y uso de las TIC. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.
- [6] Programa Química CTS. (2004). Consejo de Educación Técnico Profesional (Universidad del Trabajo del Uruguay).

Datos de los autores:

Francisco Ashfield es Ingeniero Electricista (UdelaR), Uruguay. Realizó su Maestría en Administración de empresas por la Universidad Torcuato Di Tella (Bs. As. Argentina). Ejerció como encargado de mantenimiento en MONTECON S.A (Puerto de Montevideo), como supervisor y Jefe de Automatización, Electrificación e Instrumentación para ANDRITZ Uruguay S.A, y en la planta de celulosa de Veracel en Brasil. Fue encargado de Matemática para el Programa de Ciencias Básicas de UTEC. Actualmente se desempeña como Docente Encargado de los cursos de Matemáticas y Máquinas Eléctricas en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en el ITR Suroeste de la UTEC.

Álvaro Pena es Licenciado en Ciencias Biológicas (UdelaR), Magister en Bioinformática (UdelaR) y Diplomado en Gestión de la Investigación (UPV, España). Ha promovido el vínculo entre Ciencia, Tecnología y Educación, desempeñándose en el Proyecto Flor de Ceibo, Plan Ceibal, Facultad de Ciencias y el Institut Pasteur de Montevideo. Actualmente es Director del Departamento de Programas Especiales de la UTEC.

Jorge N. Gutiérrez, es profesor de Física, egresado del Instituto de Profesores Artigas. Actualmente desempeña funciones como docente en el Programa de Ciencias Básicas de UTEC en el área de física, en el ITR Suroeste de la misma Institución y en el Consejo de Formación en Educación en el Centro Regional de Profesores del Suroeste. También ha participado de investigaciones en la línea de mecánica celeste - dinámica orbital en Facultad de Ciencias con ponencias en nuestro país y en el exterior, y publicado artículos en revistas arbitradas.

Sofía Horjales Falcone es Licenciada en Ciencias Biológicas (UdelaR). Realizó estudios de posgrado en Facultad de Ciencias y en Institut Pasteur de Montevideo obteniendo los títulos de Magister y Doctora en Ciencias Biológicas con especialización en Biología Celular y Molecular. Ha participado en varios proyectos de investigación relacionados con el estudio del plegamiento de proteínas *in vivo* y la Cristalografía de quinasas de Leishmania, publicando resultados en diferentes artículos científicos arbitrados. Fue Candidata a Investigadora del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-ANII) en el período 2010-2015. Actualmente trabaja en el Instituto Nacional de Donación y Transplante (INDT) y como docente en el Programa de Ciencias Básicas de UTEC en el área de Biología.

Mariangel Pacheco Troisi es Licenciada en Economía (UdelaR). Magister en Evaluación de Programas y Políticas Públicas por la Universidad Complutense de Madrid. Se encuentra abocada al diseño e implementación de sistemas de monitoreo y evaluaciones, trabajando para reconocidas instituciones como OPP, CEI, SNIP, CONAPROLE, LATU, etc. Ha participado en proyectos de cooperación internacional y realizado ponencias en el exterior. Actualmente es Docente Asociada de la Universidad Tecnológica del Programa de Evaluación y Estadística de la UTEC y miembro socia de la *American Evaluation Association*.

Paula Enciso es Licenciada en Bioquímica (UdelaR), finalizando en este momento sus estudios doctorales en Química en vínculo con KIT (Alemania). Ha participado en varios proyectos de investigación financiados por CSIC, ANII, CONICET y el Instituto Antártico Uruguayo, publicando resultados en revistas arbitradas sobre su tema de tesis, paneles solares alternativos, y participando de ponencias nacionales e internacionales. Actualmente integra el Sistema Nacional de Investigadores, la red Iberoamericana de Fotobiología y se desempeña como docente de Química en el ITR Suroeste y en el Programa de Ciencias Básicas de UTEC.

El trabajo con modelos moleculares en el abordaje de la estereoisomería a nivel de bachillerato de enseñanza secundaria de Uruguay

Enzo Francisco Fagúndez Quirós

Docente de Química en Liceo Nº3 de Salto del Consejo de Educación Secundaria

Docente de Físicoquímica en el Instituto de Formación Docente de Salto

enzofag@gmail.com

Resumen

El diseño de actividades experimentales para la enseñanza de la química, constituye la praxis necesaria para que educadores en la disciplina guíen a sus estudiantes en la aprehensión de conceptos abstractos, que de otra manera suelen resultar de difícil comprensión desde el mero desarrollo teórico de los mismos.

Revisar la evolución histórica en las formas de representación estructural, con sus aciertos y limitaciones, permite a su vez profundizar en contenidos muchas veces descontextualizados que indirectamente se manejan en cursos o programas oficiales de la enseñanza de la química.

El pasaje de lo bidimensional a lo tridimensional, como aproximación a la realidad de las estructuras que explican las propiedades físicoquímicas de las sustancias, resulta por su propio desarrollo, un nuevo campo disciplinar denominado modelaje molecular.

En esta actividad, se plantea como objetivo primordial, un breve tratamiento sobre el estudio "espacial" de compuestos del carbono, como acercamiento al análisis y entendimiento de las propiedades físicoquímicas descriptibles, para los grupos funcionales más comunes que se presentan en algunas familias de biomoléculas.

Partiendo de un sistema como el propuesto por el químico alemán F. A. Kekulé(1858), para llegar al modelo de repulsión del par electrónico de nivel de valencia elaborado por R. J. Gillespie- R. S. Nyholm(1957), se ofrecen explicaciones al camino convencional recorrido para la nomenclatura básica de isómeros, con las correspondientes explicaciones para algunos problemas estructurales surgidos como obstáculos epistemológicos puntuales. De esta manera, la representación estructural bidimensional elaborada por Kekulé ofrecerá limitaciones a un análisis predictivo de propiedades de algunos compuestos según la información empírica, lo que obliga a la elaboración de proyecciones tridimensionales, tales como fueron inicialmente concebidas por L. Pasteur, J. H. van't Hoff y J. Le Bel, y perfeccionadas por M. S. Newman, E. Fischer; entre otros.

Desde el mero uso de un pizarrón, a la utilidad que ofrecen los modelos moleculares convencionales, sin descartar los aportes de la química computacional con simuladores, podrán ponerse en contrastación aquellas predicciones de la química teórica.

Palabras claves: isómeros; confórmeros; estéreocentros; enantiómeros; estereoisómeros; epímeros.

Objetivos:

- Reconocer la importancia que tiene el análisis tridimensional de las estructuras moleculares para la interpretación de las propiedades fisicoquímicas de los compuestos.
- Predecir, a través del uso de modelos moleculares, la posibilidad de algún tipo de isomería en distintos compuestos, contrastando con lo predicho por los distintos marcos de referencia teóricos.

Marco Teórico

Desde los comienzos de la química orgánica se han encontrado dificultades teóricas en la interpretación de ciertas propiedades de algunos compuestos, que han implicado el arduo trabajo de equipos encargados de buscar respuestas, enmarcando un gran esfuerzo de investigación y desarrollo de nuevos modelos. Como ejemplo de lo anterior podríamos citar la determinación de la estructura de la D-glucosa.

Por otra parte, el significado que tuvo el análisis espacial para la comprensión de las propiedades de los compuestos, se destaca como uno de los mayores logros en el desarrollo de esta rama.

La estereoisomería como campo, tal vez pueda decirse que nace como producto de la imaginación, y trabajosa labor, de algunos nombres de referencia como L. Pasteur, J. H. van't Hoff y J. Le Bel, entre otros. Estos fueron capaces de superar la bidimensionalidad a la que limitaba el análisis de la representación iniciada por referentes del estructuralismo, como el químico alemán F. A. Kekulé, cuando concibieron el átomo de carbono en el centro de un tetraedro regular y en los vértices un átomo unido a cada uno de sus cuatro electrones de enlace.

Mucho se ha avanzado desde entonces y cuantiosas han sido las aplicaciones que se han encontrado, tanto en el reconocimiento analítico como en el descubrimiento de nuevas propiedades. Cabe mencionar la estereoselectividad de ciertas enzimas, que constituyen un apartado especial para el estudio de reacciones de gran importancia a nivel bioquímico.

Representar las moléculas tridimensionalmente es determinante para afirmaciones que nos permiten saber si únicamente tal o cual familia de estereoisómeros, puede corresponderse con aquellas asimilables por nuestro metabolismo.

En la actualidad existe una rama específica de la investigación espacial de compuestos denominada modelaje molecular. La magnitud de los aportes en este campo de investigación, fueron coronados con el premio Nobel en química para J. Pople y W. Kohn en 1998.

Es imperioso destacar los esfuerzos de construcción colectiva del conocimiento en los que hoy se desarrollan la Proteómica y la Glucómica, con grandes aplicaciones del modelaje molecular y la química computacional como campo de investigación.

Consideraciones finales

La realización del presente taller en la experiencia personal del docente en los últimos diez años, ha podido aplicarse tanto en el curso de segundo año de bachillerato como en el de tercero de bachillerato, según los programas oficiales de la asignatura Química, del plan reformulación 2006, vigente en Uruguay.

Si bien pretende un basto tratamiento de conceptos abstractos, el mismo está pensado para un programa donde la planificación del curso precedente, debe asegurar los conocimientos previos como condición sine qua non para el logro de los objetivos que se plantean.

A su vez, se transforma en un núcleo integrador de conceptos no siempre fáciles de entrelazar en un desarrollo lineal del tratamiento de la Química a nivel estructural.

Más importante aún, son las posibles interconexiones que se pueden establecer desde la química con el resto de las disciplinas, dejando libre el campo para tratamientos inter o multidisciplinares.

A modo de ejemplo, se puede citar:

- Estructuras moleculares tridimensionales y teoría de grupos (Matemática).
- Polaridad de moléculas y análisis vectorial de enlaces covalentes (Física).
- Estereoselectividad y metabolismo (Biología).
- Representación estructural y semiótica (Filosofía).
- Moléculas tridimensionales y proyecciones (Dibujo).

Cabe destacar, la importancia que presenta para los estudiantes el uso de modelos moleculares y su fácil manipulación, como base para la elaboración cognitiva que permita la descripción y predicción de propiedades más teóricas y de compleja representación para la construcción de un aprendizaje significativo.

Abordaje Procedimental

Para abordar procedimentalmente el taller, es necesario hacer referencia a un breve glosario de términos referidos a la estereoisomería, que se irán poniendo en práctica en el análisis de las diferentes estructuras a estudiar.

Glosario

Estereoisomería: se basa en la diferente disposición en el espacio de los átomos en una molécula. Se divide en isomería de conformación e isomería de configuración.

Isómeros conformacionales o confórmeros: son aquellos compuestos que se interconvierten rápidamente a temperatura ambiente mediante rotaciones sobre enlaces sencillos (σ). Esta clase de isómeros no pueden separarse por métodos de fraccionamiento.

Isómeros configuracionales: compuestos que no pueden interconvertirse y, por tanto, pueden separarse por métodos de fraccionamiento.

Hay dos clases de isómeros configuracionales:

1. Los que se originan por la distinta orientación espacial de átomos o grupo de átomos alrededor de un enlace doble (hibridación sp^2 del átomo de carbono) y que se denominan isómeros geométricos.

2. Los que se originan por la distinta orientación espacial de átomos o grupos de átomos diferentes unidos a un carbono tetraédrico (hibridación sp^3 del átomo de carbono).

Esta clase de estereoisómeros abarca a dos tipos de isómeros configuracionales:

➤ Los enantiómeros, que se relacionan entre sí por ser imágenes especulares no superponibles.

➤ Los diastereoisómeros o diasterómeros, que son isómeros configuracionales que no guardan una relación objeto-imagen especular uno del otro.

Quiralidad: no superponibilidad debida a la existencia de centro asimétrico.

Cabe aclarar que en el presente taller, no se abordarán estructuras de alenos y espirocompuestos, que también generan asimetría.

Actividad óptica: propiedad que presentan ciertos compuestos quirales de desviar el plano de la luz Polarizada. Se estudia a través de la polarimetría.

“d” o (+): designación que hace referencia a compuestos que tienen comportamiento dextrógiro frente a la luz polarizada. Convencionalmente se relaciona con el giro del plano de luz polarizada en el sentido horario.

“l” o (-): designación que hace referencia a compuestos que tienen comportamiento levógiro frente a la luz polarizada. Convencionalmente se relaciona con el giro del plano de luz polarizada en el sentido antihorario.

Meso: compuestos que, aunque presentan centros asimétricos, no presentan actividad óptica debido a un plano de simetría interno que se establece en la estructura.

Epímero: Estereoisómeros que difieren únicamente en la disposición de uno de sus centros asimétricos.

D-L: nomenclatura utilizada en azúcares y aminoácidos, que hace referencia a la configuración del centro asimétrico más alejado del extremo de la cadena en una proyección de Fischer.

R-S: convenio para la asignación de la configuración absoluta de un estereocentro propuesta por R. S. Cahn, C. Ingold y V. Prelog.

Conocimientos previos:

1. Reglas de nomenclatura orgánica básica de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada.
2. Topología molecular propuesta por G. N. Lewis.
3. Parámetros del enlace covalente y el concepto de polaridad de enlace.
4. Modelo de repulsión del par electrónico del nivel de valencia de R. J. Gillespie- R. S. Nyholm.
5. Teoría de la hibridación (L. Pauling).

Procedimiento

- 1) Formule la estructura desarrollada de los siguientes compuestos:
 - a) metano ; b) diclorometano ; c) etano ; d)n-butano ; e) eteno ; f) 1,2-dicloroeteno ;
 - g) 2,3-dihidroxiopropanal ; h) ácido 2,3-dihidroxiбутanodioico; i) ácido 2-aminopropanoico.
- 2) Construya mediante los modelos moleculares cada uno de los compuestos anteriores.
- 3) Estudie para cada caso si existe algún tipo de isomería. Explique los enlaces y geometría características.

Problemas complementarios

1. Mediante el uso de la bibliografía recomendada para el abordaje de biomoléculas, consulte la familia de las D-aldosas y conteste las siguientes cuestiones:
 - a) ¿Cuántos estereoisómeros presenta la D-glucosa?.
 - b) ¿Cuántos pares de enantiómeros posibles existe para una aldohexosa?
 - c) ¿Qué aldohexosa es el epímero en el carbono 4 de la D-glucosa? ¿En qué producto natural puede encontrarse?
2. La D-Alosa es ópticamente activa en solución acuosa. Si se trata la misma con un oxidante fuerte, se obtiene el ácido D-Alárico que es ópticamente inactivo. Interprete éste fenómeno.

Referencias bibliográficas

- Asimov. Isaac., (Octava Edición).(1991). El Electrón es Zurdo y Otros Ensayos Científicos. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Asimov. Isaac.,(Tercera Edición).(1981). La tragedia de la luna; Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Asimov. Isaac., (Cuarta Edición).(2003). Breve Historia de la Química. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Brock, William H, Historia de la Química, Alianza Editorial, S.A., Madrid,
- Gellon. Gabriel.,(Primera Edición)(2012.). Había una vez el átomo: O cómo los científicos imaginan lo invisible. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Breuer. H., (1987). Atlas de Química. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Morrison. R. T. y Boid R. N., (Quinta Edición). (1990). Química Orgánica, New YORK: Addison-Wesley Iberoamericana S.A.,
- Nelson. D. L. y Cox. M. M.,(Quinta Edición).(2009). Lehninger Principios de Bioquímica. Barcelona: Ediciones Omega.

La tecnología como mediadora en la educación matemática: una experiencia con ingresantes universitarios

Cristina Mercedes Camós^(1, a), María Lorena Guglielmone^(2, b)

1. Licenciatura en Matemática. Facultad de Tecnología Informática. Universidad Abierta Interamericana. Buenos Aires, Argentina.

2. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de Entre Ríos. Concordia, Entre Ríos. Argentina.

(a) cristina.camos@uai.edu.ar, (b) mlguglielmone@gmail.com

Eje temático: 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

Este trabajo expone el diseño e implementación de una propuesta tecno-pedagógica, cuyo objetivo fue introducir a los ingresantes en el aprendizaje de la matemática superior, a través de un enfoque de resolución de problemas que habilitó sus capacidades de exploración, experimentación, argumentación y reflexión (Rodríguez, 2012). Trabajamos desde una perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje, sosteniendo que *hacer matemática* – en este nuevo siglo– se debe acercar al modo de trabajo del matemático, quien indaga, explora, ajusta hipótesis, se contesta lo que no sabe, y así avanza.

La propuesta fue construida para el módulo de “Métodos y Técnicas del Trabajo Intelectual” en el área de Matemática, que formó parte del Curso de Ambientación a la Vida Universitaria 2017 perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina. Se trabajó desde una modalidad semipresencial utilizando un aula virtual – implementada en la plataforma educativa Moodle 2.9– como complemento y apoyo de la enseñanza presencial, para los ingresantes a las carreras de Contador Público, Licenciatura en Ciencias de la Administración y Licenciatura en Sistemas.

Realizamos el diseño de la propuesta desde la idea de *inclusión genuina* de Maggio (2012), a través de la cual buscamos dar cuenta de la importancia de desarrollar propuestas educativas donde las tecnologías se integren con sentido didáctico, reconociendo los atravesamientos que dichas tecnologías tienen en las formas en que se construye actualmente el conocimiento y las tendencias culturales de las que participan nuestros alumnos. El trabajo se centró en la resolución de problemas, donde el foco no estuvo puesto en la enseñanza de un contenido específico, sino en el interés de despertar –en los estudiantes– la curiosidad, el deseo por conocer y por vincular contenidos, planteando el gran desafío de construir un aula más porosa, con intercambios con el afuera y con articulaciones entre la matemática, la tecnología y lo experiencial.

Las clases presenciales fueron desarrolladas desde la perspectiva propuesta por Perkins (1995), centrada en *la persona más el entorno*, donde cada estudiante pudo hacer uso de sus dispositivos móviles, como celulares, tablets y netbooks/notebooks, junto con los diferentes recursos, aplicaciones y programas propuestos en el aula virtual, para trabajar tanto de manera individual como colaborativa. De esa manera buscamos reinterpretar los ritmos de la enseñanza y del aprendizaje a la luz de la influencia tecnológica y redimensionarlos para favorecer procesos críticos de apropiación del conocimiento (Lion, 2005).

El aula virtual fue construida como espacio para el aprendizaje y contó con propuestas de comunicación, de acceso a información y herramientas previamente curadas (Cobo, 2016), con el objetivo de promover la construcción del conocimiento y plantear el desafío de pensar en los aprendizajes más allá de las paredes del aula.

El registro de las ideas con las que concebimos y construimos la propuesta, junto con lo percibido en el desarrollo de las prácticas pedagógicas, nos permitió realizar una primera reconstrucción *a posteriori*, que constituyó un segundo plano de análisis y que, esperamos, posibilite nuevas construcciones conceptuales.

Palabras claves: enseñanza innovadora, aprendizaje mediado tecnológicamente, resolución de problemas.

Introducción

Desde toda perspectiva constructivista de la enseñanza y del aprendizaje de la matemática se sostiene que *hacer matemática* implica acercarse al modo de trabajo del matemático, quien, si no sabe algo, indaga, explora, plantea hipótesis, las contrasta y ajusta, busca responder lo que no sabe, y así avanza (Barreiro, Leonian, Marino, Pochulu, y Rodríguez, 2016). Esas perspectivas, que parten del trabajo fundacional de Lev Vygotsky, enfatizan la importancia crucial del medio y la interacción con el otro, en particular a través del lenguaje, en todo proceso de aprendizaje.

Es desde esos reconocimientos que construimos una propuesta didáctica enfocada en la resolución de problemas, que buscó reinterpretar los ritmos de la enseñanza y del aprendizaje a la luz de la influencia tecnológica y redimensionarlos para favorecer procesos críticos de apropiación del conocimiento (Lion, 2005). Algunos de los objetivos planteados para la misma fueron:

- Promover una mirada de la matemática vinculada a la pregunta, a la duda, a la curiosidad.
- Promover el aprendizaje desde el pensamiento, la reflexión y la crítica.
- Favorecer el desarrollo de la lectura y la escritura simbólica.
- Utilizar la tecnología como mediadora en la construcción del conocimiento.

Desde la propuesta retomamos las ideas de Perkins (1995) en relación con los entornos como *vehículos del pensamiento* que sostienen parte del aprendizaje de nuestros alumnos, entendiendo a la persona más su entorno como un sistema único al cual debe enfocarse todo el proceso educativo. La distribución física, social y, principalmente, simbólica de la cognición fue el eje central de la propuesta.

Contexto de la innovación

Este trabajo deriva del proyecto de tesis de la Maestría en Procesos Educativos mediados por Tecnologías de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, que estamos llevando a cabo las autoras, en diferentes roles. La Lic. Lorena Guglielmone en su rol de tesista y ejecutora del proyecto, bajo la dirección de la Dra. Cristina Camós.

La experiencia se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias de la Administración (FCAD) de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) de la República Argentina. Dicha unidad académica cuenta con una trayectoria de más de 60 años en la región y ofrece diferentes carreras, entre las que se encuentran Contador Público, Licenciatura en Ciencias de la Administración y Licenciatura en Sistemas.

El ingreso es irrestricto y los ingresantes provienen –en su mayoría– de la ciudad de Concordia, donde se encuentra dicha institución, y de ciudades cercanas. El cursado de las carreras comienza con el Curso de Ambientación a la Vida Universitaria, de carácter no obligatorio, donde uno de los módulos es “Métodos y Técnicas del Trabajo Intelectual” en el área de Matemática. Es en dicho módulo donde comenzamos a desarrollar este proyecto. Si bien el curso de ambientación es presencial y tiene una duración aproximada de un mes, contamos con un espacio en el campus virtual de la UNER, implementado en la plataforma educativa Moodle, para utilizar como apoyo y complemento de las clases presenciales.

Aproximadamente 260 ingresantes concurren, por lo menos, a una de las clases presenciales del módulo antes mencionado. De ellos, el 75% estaba inscripto en las carreras de Contador Público y Lic. en Cs. de la Administración –cuyos dos primeros años son comunes–, y el resto en la carrera de Lic. en Sistemas. Respecto al campus virtual, aproximadamente 175 alumnos del total de asistentes al módulo se matricularon en el aula virtual.

Diseño y desarrollo de la propuesta

El diseño de esta primera parte estuvo centrado en una creación tecno-pedagógica, cuyo objetivo fue introducir a los alumnos en la matemática superior a través de un enfoque de resolución de problemas, habilitando sus capacidades de explorar, experimentar, crear y jugar en el comienzo de una etapa tan importante como es la universitaria. A partir de esa definición, diseñamos toda la propuesta, conformada por una presentación multimedia que guía el trabajo en las clases presenciales, y un aula virtual como complemento y apoyo de la enseñanza presencial.

El diseño de la presentación como del aula virtual, lo realizamos desde la idea de *inclusión genuina* de Maggio (2012), a través de la cual la autora da cuenta de la importancia de desarrollar propuestas educativas donde las tecnologías se integren con sentido didáctico, reconociendo los atravesamientos que dichas tecnologías tienen en las formas en que se construye actualmente el conocimiento y las tendencias culturales de las que participan nuestros alumnos.

Partiendo de las ideas expuestas, buscamos que los estudiantes comiencen a transitar el camino hacia el aprendizaje de la matemática superior, desde el trabajo con problemas que intentan despertar la curiosidad, el deseo por conocer y por vincular contenidos, planteando ese gran desafío de pensar los aprendizajes más allá de las paredes del aula.

La propuesta fue creada desde una modalidad semipresencial, donde las clases presenciales tuvieron una duración de dos horas semanales y se hizo uso de un entorno virtual como complemento y apoyo de la enseñanza presencial. Dicho entorno fue construido como espacio para el aprendizaje y contó con propuestas de comunicación, de acceso a información y herramientas previamente curadas (Cobo, 2016), con el objetivo de promover la construcción del conocimiento y plantear el desafío de pensar en los aprendizajes más allá de las paredes del aula. Teniendo en cuenta lo afirmado por Maggio (2012) respecto a las prácticas de la enseñanza como objeto que corresponde analizar cuando incorporamos tecnologías en ellas, es que nos adentramos también en la perspectiva evaluativa de las mismas, buscando mejorarlas a la vez que las implementamos.

Exponemos, a continuación, los aspectos que consideramos más relevantes de la propuesta, esperando promover reflexiones más profundas en este camino de búsqueda de la calidad educativa.

▪ Presencialidad

El trabajo en las clases se centró en la resolución de problemas, donde el foco no estuvo puesto en la enseñanza de un contenido específico, sino en el interés de que los estudiantes se comporten como matemáticos, adquiriendo herramientas y construyendo estrategias que les permitan abordar los mismos. Siguiendo a Barreiro, Leonian, Marino, Pochulu, y Rodríguez (2016), la propuesta de resolución de problemas se enfocó en el potencial matemático de las consignas trabajadas, en la actividad matemática realizada por los alumnos y en las intervenciones de la docente dentro del aula.

Las clases presenciales fueron desarrolladas desde la perspectiva propuesta por Perkins (1995), centrada en *la persona más el entorno*, donde cada alumno pudo hacer uso de sus dispositivos móviles, como celulares, tablets y netbooks/notebooks, y los diferentes recursos, aplicaciones y programas propuestos en el aula virtual, buscando generar una cultura de intercambio reflexivo y productivo desde el trabajo individual como colaborativo (Maggio, 2012).

La presentación multimedia que orientó el desarrollo de las clases fue construida a partir del lenguaje coloquial utilizando palabras, símbolos, imágenes y diagramas con una fuerte presencia de hipervínculos que buscó expandir la propuesta más allá de las paredes del aula, promoviendo en los estudiantes la exploración, el descubrimiento, la argumentación y la solución de problemas desde su vinculación con contenidos extracurriculares. Como señala Perkins (1995), el empleo de distintos lenguajes del pensamiento (verbales, escritos y gráficos) favorece la distribución simbólica de la cognición en las aulas y fuera de ellas.

A continuación, mostramos algunas de las diapositivas de la presentación²² junto con las ideas desde las cuales las creamos, y lo que hemos percibido en el desarrollo de las clases:



Figura 1. Diapositiva 5

Intenciones de enseñanza:

Desde estas primeras imágenes buscamos dar cuenta de lo que nos dicen los símbolos a cada uno de nosotros. También poder reflexionar sobre las ideas que muchas veces nos tratan de transmitir desde la combinación y manipulación de símbolos e imágenes, que no siempre reflejan la realidad y que muchas veces logran instaurar ciertas creencias que no nos hacen bien socialmente, como puede ser la imagen que tiene a Einstein como afirmación de inteligencia por poder (o no) hacer un cálculo aritmético.

²² Disponible en: <https://www.slideshare.net/LorenaGuglielmone/presentacin-metodos-y-tecnicas-en-matemtica-2017-parte-1>

En particular, esa imagen y similares se han viralizado en diferentes redes sociales, llegando a ser comentada y compartida por miles de usuarios. Intentamos mostrar el poder que tienen las redes sociales para instaurar ciertas ideas, y la importancia de leer y reconocer los mensajes en su totalidad. No en vano las Matemáticas tienen una imagen altamente negativa.

Desde este inicio con símbolos visuales buscamos empezar a promover el interés y la curiosidad en nuestros alumnos para ir construyendo un ambiente de confianza que promueva el diálogo y la participación.

Lo percibido en el aula:

En la universidad, comenzar una clase de matemática con imágenes como las presentadas, puede desconcertar a muchos y creemos que eso sucedió. Todos reconocieron la señal de tránsito (prohibido estacionar), muchos pudieron resolver rápidamente el cálculo aritmético (aunque no todos estaban seguros del resultado), pero nadie pudo determinar lo que decía la expresión en chino. Sin embargo, muchos buscaron “adivinar” lo que decía, pensando en el contexto comunicacional de la clase, y solamente unos pocos propusieron resolver la situación usando, por ejemplo, un traductor de celular.

Esos últimos estudiantes son los que pudieron resolver el problema, a decir de Perkins, desde la persona más el entorno. Seguramente fuera del aula muchos hubiesen propuesto usar algún traductor para entender el significado de la expresión en chino, pero lo propusimos en el aula para dar cuenta, desde un principio, que queremos enfocarnos en la capacidad de crear y construir conocimiento con el apoyo de los diferentes tipos de instrumentos (analógicos y digitales) a los que tenemos acceso, de la misma manera que lo hacen en su vida personal y lo harán en su vida profesional.

Particularmente, desde la imagen que contiene la expresión aritmética, notamos en algunos alumnos una tendencia a resolver las operaciones siguiendo el orden en que aparecen –símbolo a símbolo– sin dar cuenta de la prioridad de las mismas. Creemos que una de las posibles causas de esta resolución símbolo a símbolo puede deberse a un acostumbramiento previo a la presencia de determinados símbolos, como ser el uso de paréntesis, que dejan explícito el orden de resolución de cada una de las operaciones. Ello resulta muy importante de identificar desde un principio y trabajarlo en las clases, ya que los alumnos tienden a decodificar símbolo a símbolo los mensajes, perdiendo de vista la globalidad y muchas veces también el contexto comunicacional de los mismos (Camós y Rodríguez, 2012).

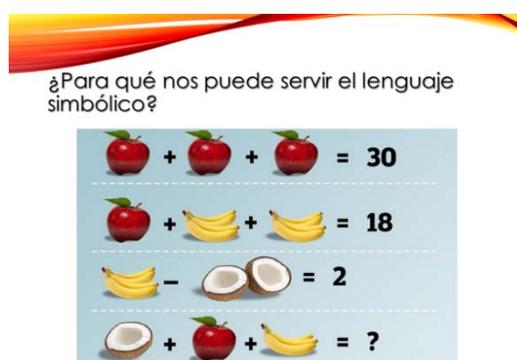


Figura 2. Diapositiva 6.

Intenciones de enseñanza:

Desde este problema, que se hizo viral en las redes sociales de todo el mundo²³, buscamos dar cuenta de la posibilidad de partir de problemas que encontramos, por ejemplo, en los entornos digitales en los que nos movemos, y que nos abren una puerta más lúdica hacia el trabajo con problemas en matemática y, en particular, hacia el uso del lenguaje simbólico.

Buscamos también mostrar a nuestros estudiantes que estamos haciendo matemática cuando resolvemos problemas como éste que, en lugar de estar expresado a través de expresiones simbólicas matemáticas, se utilizan diferentes imágenes.

Lo percibido en el aula:

Cuando les proyectamos esta imagen, varios la reconocieron y hasta recordaban el resultado o sabían cómo llegar a él. En esos casos, podemos decir, como señala Rodríguez (2012), que para esos alumnos lo que había sido concebido como un problema, dejó de serlo para pasar a ser un simple ejercicio, es decir, una actividad cuyo camino de resolución es claro e inmediato para esos sujetos.

Sin embargo, la imagen resultó un problema para muchos de ellos, ya que en principio creían que su resolución era sencilla, pero tuvieron que analizarlo mejor para dar con la solución correcta. Puede que esa complejidad no visible a simple vista y, además, acompañada con imágenes tan conocidas y sencillas, sea la que haya motivado a tantas personas a compartirlo, comentarlo y buscar resolverlo en la Web.

Ello nos da una pauta para pensar en el tipo de problemas que pueden motivar a nuestros estudiantes para trabajarlos en el aula, problemas que a simple vista resultan sencillos pero cuya resolución requiere observar detenidamente la información suministrada para lograr un objetivo claramente definido, pero no alcanzable de forma inmediata.

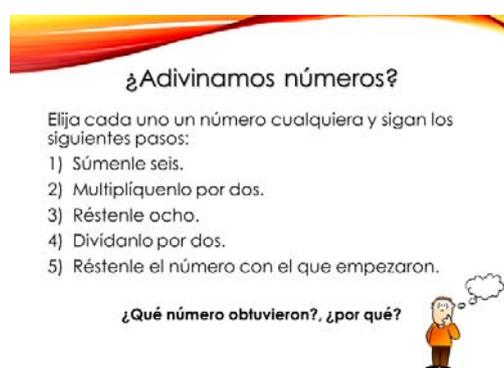


Figura 3. Diapositiva 9.

Intenciones de enseñanza:

Con este problema tomado del libro de Paenza (2008), nos interesa dar cuenta de la diferencia entre mostrar algo para un ejemplo particular, como puede ser un número cualquiera que elegimos para este ejercicio, y hacerlo de manera general, para cualquier número en este caso.

Nos resultó interesante esta consigna para reflexionar, junto a los alumnos, acerca de la importancia de las demostraciones en matemática que hacen un fuerte uso del lenguaje simbólico y atraviesan toda la matemática superior.

²³http://verne.elpais.com/verne/2016/02/18/articulo/1455778788_314139.html

Lo percibido en el aula:

Ningún alumno tuvo dificultad en aplicar cada uno de los pasos indicados al número que eligieron y si bien todos llegaron a responder que el resultado final era dos, muy pocos pudieron explicar porqué todos obtenían el mismo resultado independientemente del número del cual habían partido.

Algunos pudieron argumentar de manera coloquial dicho resultado, pero el problema apareció cuando propusimos convertir cada una de las “instrucciones” dadas en lenguaje natural, a lenguaje simbólico como estrategia óptima de resolución.

Con este enunciado pudimos constatar la dificultad que presentan, en general, los estudiantes para alcanzar el nivel de abstracción y generalización necesario para el trabajo con el lenguaje simbólico en la educación superior. Como afirman Distéfano, Urquijo y Galindo (2006):

La percepción y la representación del lenguaje puede ser determinante en el éxito o fracaso en la búsqueda de la solución de un problema. La dificultad para leer, escribir y entender el lenguaje simbólico genera una situación de frustración que en muchos casos culmina en deserción, bajo la convicción de no estar capacitados para las tareas que se deben realizar. (p. 2)

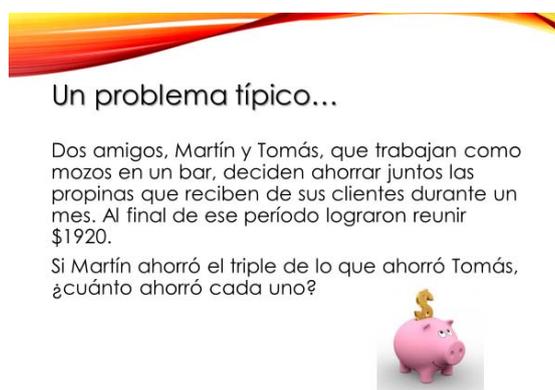


Figura 4. Diapositiva 10.

Intenciones de enseñanza:

Buscamos dar cuenta de cómo trabajan los ingresantes frente a un problema que consideramos “típico” porque es de esperar que hayan trabajado con situaciones similares durante su educación secundaria. Ver cómo encaran el problema, las diferencias con otro tipo de problemas, y el uso que hacen del lenguaje simbólico.

Si bien se trata de un problema muy común en educación matemática, creemos que el enunciado abre posibilidades de exploración y argumentación, admitiendo diferentes caminos de resolución.

Lo percibido en el aula:

Los alumnos que contaban con una mayor base disciplinar, fueron los que resolvieron el problema planteando una o dos ecuaciones, para luego despejar la o las incógnitas y responder a la pregunta. En estos casos donde realizaron una conversión del lenguaje natural al simbólico, hubo una fuerte presencia de los símbolos mayormente utilizados para el planteo de ecuaciones en el nivel medio, dados por las variables “x” e “y”. Cabe aclarar que consideramos “conversión” a la transformación de una expresión dada en lenguaje coloquial a otra en lenguaje simbólico, y viceversa (Camós, 2013).

Sin embargo, muchos alumnos resolvieron el problema de diferente manera. Varios se dieron cuenta que a través de una regla de tres podían responder la pregunta, otros dividieron el total en cuatro partes y pudieron responder rápidamente, etc.

Aquí se hizo una puesta en común en el pizarrón invitando a varios alumnos que habían elegido caminos diferentes de resolución, para compartirlos y debatirlos entre todos.

Resultó muy interesante observar las expresiones de asombro de aquellos alumnos que habían planteado un sistema de ecuaciones para resolver el problema, lo cual les había llevado cierto tiempo, cuando aparecieron soluciones tan simples como la regla de tres o partir el total en cuatro. Aquí es donde hicimos hincapié en las diferentes etapas para la resolución de problemas, desde la comprensión del enunciado, pasando por la concepción y ejecución de un cierto plan, y por último la verificación de la solución obtenida. Si bien esas son etapas ideales y que no siempre se dan todas ni en el mismo orden, creemos que resultó de gran interés la puesta en común de diferentes maneras de resolver el problema, buscando dar cuenta que, en general, no existe una única manera de encontrar la solución a problemas matemáticos, y que es de esa manera como se comporta un matemático: explora, experimenta, analiza sus avances, cambia de rumbo, reflexiona sobre lo hecho y también argumenta por qué le parece válida su propuesta (Rodríguez, 2012).



Otro problema... ¿sencillo?

El precio de un traje y una camisa fue de 1100 pesos. Si el traje cuesta 1000 pesos más que la camisa, ¿cuál es el precio de la camisa?

 +  = \$1100

¿En qué difiere del problema anterior?

Figura 5. Diapositiva 11.

Intenciones de enseñanza:

Este problema²⁴, a diferencia del anterior, parece ser más simple e intuitivo, aunque no es tan así. Lo seleccionamos por esta razón, para dar cuenta de qué ocurre cuando proponemos resolver un problema que al leerlo intuimos la solución y parece que no hay nada más por hacer, simplemente responder lo que pensamos.

Lo percibido en el aula:

Todos los que respondieron dijeron que el traje costó 1000 pesos y la camisa 100 pesos, es decir, todos cometieron el mismo error. Como dice Paenza, uno lo aborda con “la guardia baja” y no verifica que se cumplan todas las condiciones.

²⁴ Disponible en: <https://www.pagina12.com.ar/diario/contratapa/13-227827-2013-08-29.html>

Les sugerimos que sumaran los costos a los que habían llegado y que compararan con los datos de la consigna, con el objetivo de que repensaran lo hecho, volvieran sobre sus propios pasos y buscaran otra estrategia. Desde esta sugerencia comenzaron a darse cuenta de que no se estaba verificando la condición: “el traje cuesta 1000 pesos más que la camisa”.

La resolución de este problema les ocasionó más inconvenientes que la del anterior, ya que al darse cuenta de que un enunciado que parecía tan fácil e intuitivo, no lo era, muchos alumnos se bloquearon y renunciaron a encontrar otro camino para llegar a la solución. De los pocos que llegaron a la respuesta correcta, la obtuvieron por tanteo, es decir utilizando la estrategia de “ensayo y error”. Muchos alumnos supusieron que dar una solución así no era correcto, ya que no quedaría escrito nada en la hoja, más que el resultado final.

Aquí pusimos en debate que para abordar problemas matemáticos podemos recurrir a diferentes heurísticas (Rodríguez, 2012) y que ninguna es mejor que otra, simplemente son diferentes estrategias que podemos poner en juego cuando estamos buscando la forma de resolver problemas.

Si bien para este problema el uso de lenguaje simbólico permite llegar a la solución correcta de una manera segura, absolutamente nadie lo utilizó, salvo un alumno –al que le cuesta mucho la escritura simbólica– que, sin darse cuenta, planteó y resolvió una ecuación cuando comentó verbalmente cómo había llegado a la solución correcta. Otra vez estamos ante otra pauta de que cuando los alumnos tienen la oportunidad de expresarse verbalmente y el docente la predisposición de escucharlo, el lenguaje natural utilizado por el alumno es un andamiaje muy fuerte para comprender el lenguaje simbólico.

Al observar que nadie había buscado utilizar los símbolos para resolver el problema, decidimos hacer la conversión del enunciado, expresado en lenguaje natural, a lenguaje simbólico, no solamente para mostrar –en el pizarrón– otro camino de resolución, sino principalmente porque ese lenguaje (simbólico) es el que consideramos nos permite, para este tipo de problemas que parecieran intuitivos, trabajar la *contra intuición*.



Uno de figuras geométricas



¿Cuál será la longitud del lado de un cuadrado que esté inscripto en un círculo de radio dos cm.?

Y bajo esas condiciones:

- ¿Cuál será el perímetro del cuadrado y del círculo?
- ¿Cuál será la diferencia entre las áreas de las dos figuras? Representarla gráficamente.

Y por último... ¿cambiarían las respuestas anteriores si el cuadrado estuviese circunscripto al círculo?

Figura 6. Diapositiva 16.

Intenciones de enseñanza:

En este problema aparecen varios conceptos que muchos alumnos no recuerdan o desconocen. El objetivo fue que los identificaran y buscaran su significado, por ejemplo, en la Web, cediendo de esa manera la función ejecutiva al entorno (Perkins, 1995). Aquí es donde recobra sentido la actividad matemática que realiza el alumno con y por medio de su entorno (recursos físicos, sociales y simbólicos fuera de la persona), siendo artífice de sus decisiones y ganando así mayor autonomía. Si conseguimos que cada alumno –en la medida de sus posibilidades– vaya dependiendo cada vez menos del docente y vaya confiando cada vez más en sí mismo, habremos dado un paso importante en la tarea de enseñar a aprender.

Lo percibido en el aula

En particular, para este problema, a la mayoría de los estudiantes les costó resolver sus dudas sin recurrir a la docente, a pesar de contar con la posibilidad de acceder a Internet al instante. Como sostiene Perkins (1995), la educación tradicional confiere la función ejecutiva a docentes, lo cual dificulta que los alumnos recobren esa función para aprender a conducir su propio aprendizaje. Observando la situación de bloqueo y frustración ante la falta de comprensión del enunciado del problema, la docente hizo lo que no debía hacer: indicarles a los alumnos cómo llegar a una de las ecuaciones que lo resuelve. Básicamente, les “solucionó” el problema. Ahora ese problema se había transformado en un ejercicio, perdiendo la consigna su potencial matemático asociado a las posibilidades de exploración y de argumentación (Barreiro, Leonian, Marino, Pochulu, y Rodríguez, 2016).

▪ Virtualidad

El aula virtual²⁵, implementada como complemento y apoyo de la enseñanza presencial, conformó un espacio para la construcción de nuevos conocimientos a través de diferentes propuestas de comunicación, acceso a información y vinculación de contenidos, reafirmando el desafío de pensar en los aprendizajes más allá de las paredes del aula.

Teniendo en cuenta lo afirmado por Cobo (2016) en relación a que el aprendizaje no depende de la tecnología utilizada sino de la forma en que se la adopta y de las condiciones que favorecen su aprovechamiento, se utilizó la estrategia de curación de contenidos para ofrecer a los estudiantes diversos recursos, como aplicaciones para celulares, canales de YouTube, charlas TED, entre otros, que abrieron diferentes caminos para la construcción del conocimiento, dando cuenta de las diversas formas y estilos de aprendizaje.

Desde cada uno de los recursos y actividades se ofrecieron distintos caminos o recorridos de aprendizaje –a través de la lectura hipertextual y la conexión de contenidos– invitando a que cada estudiante pueda ir construyendo su propio recorrido. Particularmente, la utilización de foros virtuales con diferentes propuestas de exploración y juego permitió flexibilizar y complementar los tiempos de la presencialidad, buscando promover análisis más profundos, reconstruir de manera crítica lo realizado, y evaluar las habilidades de pensamiento expuestas por cada uno de los estudiantes, a través de la escritura.

²⁵ <https://campus.uner.edu.ar/course/view.php?id=469>

Conclusiones

Como docentes universitarios nos encontramos frente a una incomodidad necesaria, que apela a mejorar la enseñanza y a fortalecer aprendizajes vinculados con los cambios socioculturales, enriqueciendo de esa manera nuestras instituciones educativas y sus puentes con el afuera. Es desde ese lugar que asumimos el desafío de diseñar e implementar una propuesta tecnopedagógica que pusiera el énfasis en el desarrollo de habilidades matemáticas vinculadas al quehacer matemático, buscando traspasar las paredes del aula.

Esta propuesta ubicó a los estudiantes en un rol activo, tanto en la presencialidad como en la virtualidad, dándoles libertad de acción e incentivándolos a trabajar, cada vez, con mayor autonomía para que pudiesen tomar sus propias decisiones. Cada uno de los problemas planteados, junto con la gestión de cada una de las clases, fue pensado para que los alumnos realizaran una actividad matemática cognitivamente valiosa.

Dando cuenta de las dificultades que surgieron y fueron trabajadas en las diferentes clases, particularmente respecto al uso del lenguaje simbólico como estrategia óptima para la resolución de varios de los problemas propuestos, creemos que este curso inicial constituyó una puerta de entrada hacia el aprendizaje de la matemática superior cuya enseñanza se encuentra completamente atravesada por la utilización de expresiones simbólicas. Además, entendiendo a la conversión como la actividad cognitiva más difícil de adquirir para la mayoría de los estudiantes pero cuya ausencia de coordinación genera un obstáculo para los aprendizajes conceptuales, retomaremos desde aquí la hipótesis planteada por Camós (2013) en su tesis de doctorado, para diseñar e implementar una nueva propuesta de trabajo –de mayor duración– donde buscaremos que los estudiantes trasciendan la lectura y escritura ingenua de los símbolos, comprendiéndolos dentro del contexto comunicacional en el cual son utilizados y desde el que se busca comunicar siempre algún mensaje.

Referencias

- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., y Rodríguez, M. (2016). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática* (1ª ed.). Buenos Aires: Ediciones UNGS.
- Camós, C. (2013). *Un estudio sobre el uso del lenguaje natural y simbólico en la enseñanza y el aprendizaje de Matemática superior* (Tesis doctoral no publicada). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina.
- Camós, C. y Rodríguez, M. (2012). Los lenguajes natural y simbólico en la enseñanza de matemática superior. *Educação Matemática Pesquisa*, 17(1), 94-118. Recuperado de <http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/21114/pdf>
- Cobo, C. (2016). *La Innovación Pendiente. Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Colección Fundación Ceibal/ Debate: Montevideo.
- Distéfano, M., Urquijo, S. y Galindo, S. (2006). Enseñanza sistemática del lenguaje simbólico. *IV Conferencia Argentina de Educación Matemática*. Sociedad Argentina de Educación Matemática (SOAREM), Buenos Aires. Recuperado de: <https://www.aacademica.org/sebastian.urquijo/98>
- Lion, C. (2005). Nuevas maneras de pensar tiempos, espacios y sujetos. En E. Litwin, *Tecnologías educativas en tiempos de Internet* (1ª ed.). Buenos Aires: Amorrortu editores.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza* (1ª ed.). Buenos Aires: Paidós.

- Paenza, A. (2008). *Matemática... ¿estás ahí? Episodio 100*. (1ª ed.). Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- Perkins, D. (1995). *La Escuela inteligente* (1ª ed.) Barcelona: Gedisa.
- Rodríguez, M. (2012). Resolución de Problemas. En P. Barreiro, A. Bressan, C. Camós, G. Carnelli, I. Casetta y C. Crespo Crespo et al., *Educación Matemática. Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos*. (1ª ed., pp. 115-152). Buenos Aires: Editorial Universitaria Villa María - Universidad Nacional de General Sarmiento.

Datos de los autores

Cristina Mercedes Camós

Doctora de la Universidad Nacional de Catamarca. Área: Ciencias Formales. Mención Didáctica de la Matemática. Profesora Universitaria en Matemática.

Maestría en Psicología Educacional UBA. Diplomatura en Metodología de la Investigación y Epistemología Universidad Abierta Interamericana (UAI).

Docente titular concursada de Probabilidad y Estadística. Facultad de Tecnología Informática. UAI.

Docente titular de Álgebra I y II. UAI.

Docente titular de Didáctica de la Matemática I y II. UAI.

Directora de la Licenciatura en Matemática y del Profesorado Universitario en Matemática UAI. Facultad de Tecnología Informática. UAI.

Directora del Proyecto de investigación: "El uso del lenguaje natural y simbólico en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos en la Matemática Superior" del Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI).

Directora de tesis de maestría y licenciatura en Educación Matemática en diversas instituciones nacionales. Diversas publicaciones en revistas internacionales con referato, como Revista Educação Matemática Pesquisa, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa entre otras.

Autora y coautora de libros de Matemática, de Educación Matemática, de Nivel primario (Editorial Colihue), de Gestión del Conocimiento y otros de uso didáctico.

Autora de Síntesis del libro Lenguaje, verdad y lógica, Eudeba para la Biblioteca Nacional.

María Lorena Guglielmo

Tesista de la Maestría en Procesos Educativos Mediados por Tecnologías. Centro de Estudios Avanzados. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Licenciada en Tecnología Educativa. Universidad Nacional de Lanús. Argentina.

Programadora de Sistemas. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina.

Docente ordinaria de las cátedras "Matemática Discreta y Álgebra Lineal" y "Estadística" de las carreras de Contador Público y Licenciatura en Ciencias de la Administración. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de Entre Ríos.

Docente interina de las cátedras "Análisis Matemático I" y "Probabilidad y Estadística" de la carrera de Licenciatura en Sistemas. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de Entre Ríos.

Docente interina de las cátedras "Estadística I" y "Estadística II" de la carrera de Licenciatura en Turismo. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad Nacional de Entre Ríos.

Experiencia en docencia universitaria: 15 años.

Peer Instruction y votaGus: implementación de una nueva metodología de evaluación

Gómez, Guillermina¹, Dimieri, Leonardo^{1,2}, Gasaneo, Gustavo^{1,2}

¹ Neufisur - Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur; ² IFISUR-CONICET

Alem 1280, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

ggasaneo@uns.edu.ar

Eje 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

Este trabajo presenta la implementación de una estrategia didáctica de evaluación de los contenidos de Física I basada en el uso de "Peer instruction" (PI). La misma fue puesta en práctica mediante el uso de la plataforma **votaGus**, la cual fue diseñada con ese fin. La prueba se realizó con alumnos de los primeros años de las carreras de Ingenierías de la Universidad Nacional del Sur. La metodología utilizada pretende convertir a la evaluación en parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, además de relevar el aprendizaje ocurrido y favorecer el aprendizaje de tipo colaborativo.

Palabras clave: *Peer instruction*, evaluación, aprendizaje colaborativo.

Introducción

Es bien sabido que en los últimos se ha observado un aumento en el número de alumnos desaprobados en las materias de los primeros años de las carreras de ingeniería, entre ellas Física I. En particular, para las carreras de Ingenierías en la Universidad Nacional del Sur en el año 2008 contaba con un 38 % de alumnos desaprobados en dicha materia, aumentando paulatinamente todos los años hasta alcanzar un valor de 52 % en el 2010. Ante esta situación, el grupo de investigadores del grupo Neufisur del cual forman parte los autores de este trabajo, han reflexionado y pensado de qué manera afrontar nuevos desafíos para asegurar la continuidad de los estudios universitarios de los alumnos. Para mejorar la enseñanza de los contenidos de Mecánica Clásica en estos cursos de Física I, se han implementado nuevas estrategias didácticas pensadas en el proceso de aprendizaje de los alumnos. una de las cuales es presentada en esta contribución.

Es sabido que la mayoría de los estudiantes aprenden muy poco los conceptos de Física, si los contenidos se imparten de manera tradicional. La gran mayoría de los cursos que siguen aún utilizando esta modalidad hacen poco para mejorar dicha situación, con lo cual la comprensión de los conceptos centrales de la Física, se hace muy difícil. Los estudiantes sólo aprenden la resolución de problemas ^[1, 3, 4]. *Peer Instruction (PI)* o *instrucción por pares* es una estrategia de enseñanza en la que dos o más estudiantes discuten y explican su forma de pensar en relación a un tema concreto. El objetivo de la discusión es la comprensión más profunda del tema o problema en discusión, lo que hace que sean mucho más propensos a recordar y utilizar el concepto, y produciendo en definitiva, un aprendizaje significativo. El acto de explicar y defender

el entendimiento de uno contra las explicaciones alternativas de los demás, ayuda a los alumnos a que se involucren profundamente en el aprendizaje. Tiene que ver con la verdadera comprensión y la aplicabilidad de lo aprendido ^[1, 2].

La instrucción por pares se ha demostrado como una metodología válida para mejorar el razonamiento conceptual de los estudiantes y su capacidad de resolución de problemas cuantitativos ^[2]. *PI* modifica el formato tradicional de la clase para involucrar a los estudiantes con su propio aprendizaje y descubra las dificultades que dicho proceso conlleva. Por el contrario, el aprendizaje superficial consiste en la memorización de información.

Con el objeto de evaluar la eficiencia de dicha metodología, se propuso en la cátedra trabajar con los alumnos en el aula de manera diferente. Para aumentar el compromiso de los alumnos con el estudio, se han incorporado distintas actividades en el aula como la discusión de los contenidos trabajados en clase, actividades grupales de resolución de problemas y/o discusión de los mismos. Dichas actividades que requieren que cada alumno aplique los conceptos básicos que se enseñan y, a su vez, explicar esos conceptos a sus compañeros. Muchas de estas actividades están basadas en el uso de recursos tecnológicos como un libro virtual creado para tal fin, animaciones incluidas en dicho libro, etc..

Al modificar la manera de enseñar, fue imprescindible también se cambiar la modalidad de evaluar. El tema central a desarrollar y discutir en este trabajo es la evaluación basada en *PI* y su soporte digital.

La evaluación se divide esencialmente en dos etapas. En la primera, cada alumno es evaluado individualmente, dándose para ello un tiempo previamente estipulado al cabo del cual deben entregar sus resultados. En la segunda etapa, se entrega nuevamente el examen a los alumnos y ellos discuten sus resoluciones con otros compañeros que están sentados alrededor de ellos. El docente los incentiva a tratar de convencerse mutuamente de la corrección de su propia respuesta, explicando el razonamiento subyacente. Durante la discusión, el profesor se mueve alrededor de los alumnos escuchando las discusiones que se dan. Luego de un dado tiempo previamente estipulado, los estudiantes pueden cambiar sus respuestas en base a la discusión y entregar nuevamente el examen resuelto.

Esta modalidad de evaluación requiere que los estudiantes se “entrenen/preparen” para la realización de la misma. Durante el transcurso de las clases teóricas y/o prácticas, los alumnos tienen de antemano todo el material de estudio. Se incentiva a la lectura de los contenidos a enseñar antes de las clases. Aprender de la lectura es una habilidad que vale la pena desarrollar, sobre todo porque después de la universidad se lleva a cabo una gran cantidad de aprendizaje continuo a través de la lectura ^[1, 3, 4]. Para ayudarlos a la comprensión de las lecturas pertinentes (inherentes) a la materia, semanalmente se toman mini-exámenes de tipo multiple-choice diseñados para ayudarlos a pensar en los contenidos enseñados; además de formar parte de las evaluaciones.

La evaluación está íntimamente relacionada con la forma de trabajar los contenidos en el aula. Es parte del proceso de enseñanza-aprendizaje que se correlacionan con la manera de enseñar los contenidos y cómo los alumnos aprenden. Se ha observado que los alumnos se comprometan efectivamente con sus aprendizajes y con los contenidos que están estudiando. Al trabajar de esta manera, la evaluación acompaña a esta nueva estrategia de enseñar. Es un enfoque más productivo y eficiente para que se involucren en las clases y también en el momento de ser evaluados. Por otro lado, la metodología de evaluación implementada reduce considerablemente

el estrés que generalmente está asociado a toda evaluación. Los alumnos saben que pueden corregir sus respuestas a partir de la discusión con sus compañeros. Además, de estar ya en cierto modo entrenados para la realización del mismo. En cuanto a la forma de calificar, las notas de ambas etapas se combinan utilizando un promedio pesado cuyo total resulta ser un 75% de la nota de calificación del periodo evaluado. El otro 25% resulta de las notas otorgadas a las evaluaciones hechas en clase, las actividades de laboratorio, entre otras. La primera y segunda etapa del examen conforman respectivamente un 75% y 25% de la nota de la evaluación del examen.

En este trabajo, se presentan los resultados de dos años de implementación de esta metodología en cursos de Física I de la Universidad Nacional del Sur.

Metodología

Se ha implementado en la cátedra exámenes basados en la metodología *PI*. Para ello, los integrantes del grupo Neufisur, han desarrollado la plataforma web **votaGus** en la cual los alumnos trabajan durante el examen (<http://www.votagus.xyz>). Esta es una plataforma especial para la gestión inteligente de asignaturas y para potenciar la interacción entre docentes y alumnos, que pretende favorecer el aprendizaje colaborativo y mejorar la comunicación y eficiencia educativa, lo cual la convierte en una gran herramienta.

votaGus es una aplicación web educativa multidispositivo, es decir, puede ser utilizado desde cualquier equipo *notebook*, PC, etc. o móvil (*smartphone*, *tablet*, etc.) (Ver **Fig. 1**). También funciona de manera *crossbrowser*, o sea que puede ejecutarse en cualquier navegador web, independientemente de su marca, tipo o sistema operativo soporte. Tiene un sólido *backend* donde se aloja una base de datos en tiempo real, que es la responsable de la unificación y la rápida interacción entre dispositivos. El docente cuenta con un panel de administrador desde donde controla sus asignaturas y que le permite crear y administrar los exámenes y ver estadísticas del mismo por alumno individual y por grupos. Dispone también de herramientas útiles como el sistema de encuestas en tiempo real o *clicker*, que permite rápidamente lanzar una votación en el aula o fuera de ella, y obtener las estadísticas de manera instantánea mientras los alumnos contestan. Además puede ingresar información sobre su cátedra, cronograma de clases, eventos, fechas importantes, material de estudio, etc.



Figura 1. Ejemplo del sistema votaGus durante un examen de tipo *choice*.

El examen se realiza, como ya mencionamos, por etapas en un tiempo máximo estimado de cuatro horas: En la primer etapa, el docente habilita el examen desde el sistema y los alumnos trabajan de manera individual hasta que al finalizar envían las respuestas a través del mismo sistema, ver **Fig 2**. Inmediatamente después el docente habilita nuevamente el examen por un tiempo definido y menor al de la etapa anterior para ser respondido nuevamente. Esta vez, se habilita también la discusión entre pares resolver los problemas (ver **Fig 3**). Durante este espacio de discusión e intercambio cada alumno vuelve a enviar su examen incluyendo en él las modificaciones que considere pertinentes y que hayan surgido de la confrontación con sus compañeros. La nota del alumno resulta de un promedio pesado entre ambas notas obtenidas (ver **Fig 4**) y los trabajos realizados durante la cursada. Esta última resulta de los choices tomados en clases, de la participación en el aula, los trabajos prácticos de laboratorios, entrega de informes, etc.

Figura 2. Foto de los alumnos realizando el examen parcial en sus respectivas computadoras.



Figura 3. Foto de los alumnos discutiendo entre ellos la evaluación.



Tabla de Resultados			
Alumno	Nota vuelta 1	Nota vuelta 2	Total
Gaston Arroyo	4.17	2.08	6.25
Leandro Antón	2.08	2.08	4.16
Juan Ignacio Caivano	3.33	2.08	5.41
Magali Balestri	3.33	2.08	5.41
Rodriguez Agustin Samuel	3.33	2.29	5.62
Sergio ALVAREZ	3.33	2.08	5.41
Jeremias pellegrino	2.92	2.08	5.00
Maria Florencia Olivares Paredes	2.50	2.08	4.58
Ulises Biscussi	2.92	2.08	5.00

Figura 4. Vista de la primera y segunda vuelta mostrada en el votagus.

En la **Fig 5**, se muestran ejemplos de las posibles alternativas. La primera parte se pondera con un 75 % y la segunda con un 25 %. Esto da un total de 75 % que representa el examen parcial. El 25 % restante corresponde a la nota conceptual de cada uno de los alumnos, que abarca las diversas actividades que se desarrollan en el aula.

Los estudiantes reciben una calificación por participar constantemente durante el cursado de la materia.

	1 vuelta del examen	2 vuelta del examen	suma	Nota Conceptual	nota
ALUMNOS					
ALUMNO 1	2,92	2,08	5,00	1,70	6,70
ALUMNO 2	2,50	2,08	4,58	0,90	5,48
ALUMNO 3	4,17	2,08	6,25	1,00	7,25
ALUMNO 4	3,08	2,12	5,20	0,50	5,70
ALUMNO 5	2,31	1,92	4,23	1,00	5,23

Figura 5. Se muestra un listado de alumnos con sus notas respectivas luego de realizado el examen.

Al realizar las evaluaciones en esta plataforma, queda registrado todo aquello que realicen los alumnos y da la posibilidad de consulta "a todo tiempo" para los docentes como también para los estudiantes. Tanto los parciales, como los choices se pueden realizar con cualquier aparato electrónico (teléfono celular inteligente, *netbook*, *notebook*, computadora de escritorio, etc) con conexión a una red Wi-Fi o internet. Sin embargo, los exámenes parciales se realizan en computadoras de escritorios con acceso a internet para asegurar igualdad y equidad de condiciones para todos.

Para la elaboración tanto de los contenidos de los choices como de los exámenes parciales, se tuvo en cuenta la construcción de un pensamiento crítico por parte de los alumnos. Si bien las respuestas son "cerradas" (sólo hay una opción correcta) éstas son conceptuales (o con una respuesta numérica), pensadas para ello. Además, en cada etapa los alumnos deben justificar su elección.

Resultados

La metodología radica en convertir a la evaluación en parte del proceso de enseñanza-aprendizaje y no en una mera herramienta de testeo de acreditación de conocimientos y competencias. Al mismo tiempo, de este modo se propicia un espacio de aprendizaje de tipo colaborativo.

Con el propósito de tomar conocimiento del impacto que ha tenido la implementación de esta metodología, se ha elaborado una encuesta para que los alumnos contesten después de haber realizado los exámenes parciales. Además, de haber sido una herramienta valiosa de devolución por parte de los estudiantes, ha sido un espacio de reflexión del proceso de enseñanza-aprendizaje. De 113 encuestas completadas por los alumnos, el 52.5 % opinó, sobre esta modalidad de evaluación, que fue muy buena, un 11.0 % excelente y un porcentaje de 28.7 % que fue buena. Además, un 91.2 % consideró que fue bien evaluado. A pesar de observar un porcentaje de 87.6 % que han contestado que los contenidos evaluados eran los mismos vistos en las clases teóricas y prácticas, solamente un 37.5 % pudo justificar todas sus respuestas. Esto refleja lo complejo de comprender o apropiarse de los conceptos enseñados y las dificultades que presentan los alumnos para exponer sus conocimientos.

De acuerdo con nuestras encuestas, al 91.5 % de los alumnos les ha sido productivo el hecho de discutir los problemas y/o los choices con sus compañeros. El 92.4 % de los estudiantes modificó algunas de sus respuestas después de haber intercambiado opiniones. La mayoría (98.1 %) modificó entre 1 y 5 respuestas.

De las discusiones entre pares, un 97.7 % lograron llegar a “un acuerdo” en la discusión de algún choice. Sólo un 11.7 % modificó alguna respuesta sin haber discutido.

Según los alumnos, esta manera de evaluar ha sido una propuesta novedosa, original, innovadora, útil, cómoda, sencilla y, en sus propias palabras, “más llevadera”; que tuvieron la posibilidad de aclarar dudas con los compañeros, que el hecho de dialogar reafirmó que lo estudiado y respondido ha sido lo correcto, o en caso contrario, les dió otra mirada al problema. Les fue útil para verificar resultados y errores. Aportaron también que de esta manera disminuye mucho la presión del examen.

Como toda metodología nueva a implementar, surgen sus aspectos tanto positivos como los negativos. Como aspecto positivo, se puede observar: los alumnos tiene el resultado de la evaluación en forma inmediata, siendo este un aspecto muy destacado por los alumnos; se tiene una “historia académica” de cada alumno; tanto las evaluaciones como los choices queda almacenado en un “ciberespacio” y se puede consultar a todo tiempo y lugar. Por otro lado, esta metodología elimina uno de los problemas involucrados con las formas de evaluaciones tradicionales que utilizan grandes cantidades de papel.

Como aspecto negativo o dificultad encontrada al momento de trabajar con esta nueva metodología es que impone la necesidad de contar con aulas con computadoras con acceso a internet o red inalámbrica, además podrían ocurrir inconvenientes técnicos en el momento de la evaluación tales como corte de internet, electricidad, fallas en la computadoras, entre otras.

Con esta nueva manera de trabajar en clase y de evaluar, se ha podido incrementar el número de alumnos aprobados en la materia llevándolo hasta un 70 %, permitiendo así que los estudiantes avancen en sus estudios contando con aprendizajes significativos más fuertemente incorporados y así logren permanecer en la universidad.

Conclusión

En este trabajo hemos discutido por un lado, la implementación de la metodología *Peer Instruction* en el proceso de evaluación de uno de los cursos de Física I de la Universidad Nacional del Sur. Además, se presentó y discutió la implementación de la evaluación a través del uso de la plataforma **votaGus**. desarrollada por Neufisur. Ambas metodologías han tenido gran aceptación por parte de los alumnos y ha resultado sumamente valiosa; ha favorecido los espacios de discusión, involucrando a los estudiantes en la construcción personal de los conceptos. Las encuestas mostraron que los alumnos rinden los exámenes con un grado mayor de serenidad y confianza. Este tipo de evaluación elimina, en buena medida, que los alumnos aprendan para los exámenes de manera memorística, lo que distingue a las metodologías tradicionales. En esta forma, los alumnos aprenden durante la evaluación y al mismo tiempo les permite autoevaluarse críticamente; puedan dar las razones de las soluciones que presentan, se permitan ponerlas en crisis y discusión, defiendan sus puntos de vista y enriquezcan esas conclusiones con los aportes que los otros puedan brindarles mientras comparten sus saberes. El examen en sí mismo constituye para los alumnos un momento de aprendizaje colaborativo y le sirve como evaluación metacognitiva.

Esta forma de evaluar, supone para los docentes la búsqueda permanente de alternativas posibles y requiere una apertura que lleve a una nueva modalidad de enseñanza que atraviese el abordaje de toda la materia.

Referencias

[1] Crouch, C. H. and Mazur, E. Peer instruction: Ten years of experience and results. *Am. J. Phys.* **69** (9), 970 (2001).

[2] Mazur, E. *Peer instruction: A user's manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall (1997).

[3] Fagen, A. P., Crouch, C. H. & Mazur, E. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The Physics Teacher*, 40 (2002).

[4] Lasry, N., Mazur, E. & Watkins, J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Association of Physics Teachers*, **76** (11) (2008).

Actividades experimentales con teléfonos inteligentes en cursos de Física 1

Sofía Narbondo^(1,a), Marcelo Zorrilla^(1,2,b), José Di Laccio^(1,2,c)

1. Departamento de Física del Litoral, CENUR LN UdelaR, CP 50000, Salto, Uruguay.

2. Departamento de Física, Ce.R.P del Litoral. 50000, Salto, Uruguay

(a) sofinaa1@hotmail.com (b) marger1001@gmail.com (c) jdilaccio@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan tres experimentos de mecánica clásica a nivel básico, diseñados para el curso de Física 1 Ciclo Inicial Optativo (CIO) del CENUR Litoral Noroeste de la UdelaR y la opinión de los estudiantes sobre los aportes que introducen éstos a la motivación por aprender.

Física 1, tiene tres horas de teórico y dos de práctico. El enfoque tradicional de enseñanza, tanto de teórico como de práctico, se centra en el protagonismo docente: éste presenta el conocimiento o resuelve problemas y los estudiantes sacan apuntes y, en el mejor de los casos, pueden realizar algunas preguntas puntuales. Con los experimentos propuestos se pretende una participación activa del estudiante, que lo posicione en un rol protagonista frente situaciones potenciales de aprendizaje. De esta forma se brinda la oportunidad de validar el conocimiento que propone el docente a través de la experimentación con equipos que están a su alcance (Calderón., Nuñez, Di Laccio, Iannelli y Gil S. 2015). En este caso se ha usado como adquirente de datos el teléfono inteligente (smartphone) y una guía mínima para que el estudiante tenga la oportunidad de aprender a partir de sus intereses y experiencias personales.

Los experimentos propuestos a los estudiantes fueron: movimientos en un plano horizontal, estudio de la caída libre y oscilaciones de un sistema de masa y resorte (Gil, Di Laccio, 2017) (Vogt, Kuhn, 2012). En todos los casos se utiliza el sensor acelerómetro del smartphone a través de una aplicación de descarga gratuita para coleccionar datos (en este caso Androsensor que se descarga desde Play Store para sistemas Android).

Para conocer la opinión de los estudiantes se realizó una encuesta en la plataforma EVA con los siguientes campos:

- 1) Describa la experiencia de haber incorporado actividades experimentales sencillas en el curso usando teléfonos inteligentes.
- 2) Compare esta experiencia con otros experimentos realizados en cursos de física anteriores (enseñanza media)
- 3) ¿Qué le gustó más de la experiencia?

Se obtuvieron 13 respuestas de los estudiantes y se realizó un análisis de sus respuestas de forma cualitativa. En estas encuestas los estudiantes valoran la experiencia como: formativa, que les permite aprender por sí mismo, capaz de ayudarlos a visualizar como su capacidad se va incrementando, facilitadora de la comprensión e interpretación de gráficos a través de la vinculación con el fenómeno de estudio, capaz de permitirles innovar al proponer nuevos desafíos más allá de las sugerencias docentes, entre otras.

Se entiende que la inclusión de experimentos produce un cambio significativo en el rol docente, de expositor y dominador del acto educativo a generador de situaciones de aprendizaje, diseñador de recursos para fijación de los conocimientos y evaluación de los mismos para el aprendizaje y la certificación, en donde el relacionamiento estudiantes - docente tienden más a la horizontalidad que a la subordinación.

Referencias

- Calderón S., Nuñez P., Di Laccio J., Iannelli L. y Gil S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 212-226.
- Gil, S., Di Laccio J. L. (2017). "Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias". Lat. Am. J. Phys. Educ., 1305 (1-9)
- Vogt P., Kuhn J. (2012). Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor. The Physics Teacher (50), 182-183.

Datos de los autores:

Profesores de Física de Enseñanza Media con experiencia en enseñanza universitaria.

Desarrollo de polimedias como apoyo al aprendizaje de la Química de los estudiantes de primer año de la Facultad de Ciencias-UdelaR

Marcos Couto⁽¹⁾, Nicole Lecot⁽²⁾, Javier Varela⁽¹⁾, Fernanda García⁽²⁾, Virginia López⁽¹⁾, Mirel Cabrera⁽²⁾, Mariana Ingold⁽¹⁾, Ximena Camacho⁽²⁾, Erika Teliz⁽³⁾, Fernando Zinola⁽³⁾, Pablo Cabral⁽²⁾, Victoria Calzada⁽²⁾, Valentina González^(1,2), Mercedes González^(1,a), Hugo Cerecetto^(2,b)

1. Grupo de Química Orgánica Medicinal, Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

2. Área de Radiofarmacia, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

3. Laboratorio de Electroquímica Fundamental, Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

(a) megonzal@fq.edu.uy, (b) hcerecetto@cin.edu.uy

Eje temático: 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas

Resumen

Los cursos de Química, Química General y Química Orgánica, de primer año de la Facultad de Ciencias-UdelaR han sido ofrecidos para estudiantes de las Lic. en Biología, Lic. en Bioquímica, Lic. en Biología Humana y Lic. en Recursos Naturales y para estudiantes del CIO de Ciencia y Tecnología-CENUR. Anualmente, se han matriculado un promedio de 300 estudiantes que han tomado el curso en Montevideo, Rivera, Salto, Paysandú ó Artigas.

Las dificultades de acceso a las clases presenciales, por temas de masividad, localización de los estudiantes y temas personales (por ejemplo, trabajo), han llevado a los docentes a aplicar herramientas didácticas que involucran virtualidad. Así, desde hace casi una década los cursos han comenzado a ser gestionados a través de la plataforma del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)-UdelaR, mejorando la accesibilidad al aprendizaje de las asignaturas. Sin embargo, en la evaluación final de los cursos, repetidamente, los estudiantes han solicitado contar con las clases presenciales en formato virtual. En el año 2015, la Facultad de Ciencias accede, a través de la C.S.E.-UdelaR, a la implementación de una sala de grabación, sin embargo hasta la fecha aún no se ha puesto en marcha.

Por tales motivos y ante la existencia de la Sala de Multimedia del Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje (ProEVA)-UdelaR, el grupo de docentes de Química decidimos desarrollar una serie de polimedias como una nueva herramienta que se sumase al aprendizaje virtual de las disciplinas. Tal como las define el ProEVA, las polimedias son videos de corta duración, aproximadamente 10 minutos, en donde un docente presenta un contenido disciplinar acompañado por una presentación, videos o imágenes.

Así, se han desarrollado treinta y dos polimedias correspondientes a las clases teóricas y veintiséis polimedias correspondientes a las clases de resolución de ejercicios, además de dos clases introductorias de cada una de las asignaturas. Las mismas se han podido visualizar en el Portal Multimedia del ProEVA (<http://multimedia.edu.uy/es/serial/8.html>) y también han sido incluidas, y habilitadas semanalmente, en el curso virtual de cada una de las asignaturas dentro del EVA.

Como forma de evaluar la efectividad de esta herramienta, en los procesos de aprendizaje de las asignaturas, se ha realizado encuestas a la totalidad de los estudiantes, al finalizar cada curso, y en las primeras fechas de exámenes post-cursada. Además, en el Portal Multimedia del ProEVA ha sido posible conocer el número de accesos a cada una de las polimedias en diferentes períodos (por ejemplo durante el curso o previo al examen).

Más del 70% de los estudiantes han utilizado las polimedias, durante el curso o para preparar el examen. Los estudiantes han destacado, por un lado, que las polimedias fueron de alta utilidad para aquellos que trabajan y no pueden asistir a la clase presencial y por otro, que algunas polimedias deberían aumentar el tiempo o el contenido disciplinar.

En esta ponencia se presentará el proceso de elaboración y desarrollo de las polimedias, discutiendo la incidencia de las mismas en el aprendizaje de las asignaturas.

Palabras claves Química; Polimedia; Enseñanza virtual

Introducción

Los cursos de Química de primer año de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (FCien-UdelaR), denominados Química General y Química Orgánica, son ofrecidos para estudiantes de la Licenciatura en Biología, Licenciatura en Bioquímica, Licenciatura en Biología Humana y Licenciatura en Recursos Naturales, además para estudiantes del CIO de Ciencia y Tecnología-CE-NUR (Facultad de Ciencias, 2017). Anualmente, se matricula un promedio de 300 estudiantes que toman el curso en diferentes sedes universitarias, a saber Artigas, Montevideo, Paysandú, Rivera o Salto.

En ciertas situaciones los estudiantes de estos cursos tienen dificultad de concurrir a las clases presenciales, ya sea por la localización del estudiante en otras sedes universitarias, o por temas personales -tales como trabajo-, o simplemente por temas de masividad que lleva al estudiante a no asistir al aula. Por tal motivo, los docentes de Química de la FCien-UdelaR comenzamos a aplicar herramientas didácticas que involucraron virtualidad (Buccino *et al.*, 2008). Así, desde hace casi una década los cursos de Química comenzaron a ser gestionados a través de la plataforma del Entorno Virtual de Aprendizaje de la Universidad de la República (EVA-UdelaR) (Calzada *et al.*, 2014; Calzada *et al.*, 2012; Lavaggi, Czerwonogora, González, Cerecetto, 2011), mejorando, así, la accesibilidad al aprendizaje de las asignaturas. Sin embargo, en la evaluación final de los cursos, repetidamente, los estudiantes solicitaron contar con las clases teóricas en formato virtual. En el año 2015, la FCien-UdelaR accede, a través de la Comisión Sectorial de Enseñanza de la Universidad de la República (CSE-UdelaR), a la implementación de una sala de grabación, sin embargo hasta la fecha aún no se ha puesto en marcha.

Por tales motivos y ante la existencia de la Sala de Multimedia del Programa de Entornos Virtuales de Aprendizaje de la Universidad de la República (ProEVA-UdelaR) (Universidad de la República, 2017), el grupo de docentes de Química decidimos desarrollar una serie de polimedias con los contenidos de las clases teóricas, tal como solicitaban los estudiantes, a las que se le sumó las clases de resolución de ejercicios. De esta forma se ampliarían las herramientas de aprendizaje virtual de las asignaturas.

Esta herramienta tecnológica viene siendo ampliamente utilizada en cursos de educación superior (Allen y Seaman, 2010; Somoza-Fernández, 2015; Valor Miró *et al.*, 2015) lo que ha promovido un claro cambio en el panorama de las opciones de formación (Ross y Bell, 2007; Zhang *et al.*, 2006) habiendo sido probada la muy buena recepción por parte de la comunidad educativa (Soong *et al.*, 2006).

Tal como las define el ProEVA (Universidad de la República, 2017), las polimedias son videos de corta duración, aproximadamente 10 minutos, en donde un docente presenta un contenido disciplinar de un tema específico acompañado por una presentación de diapositivas, o videos, o imágenes. El tiempo óptimo de esta herramienta didáctica ha sido estudiado (Guo *et al.*, 2014) llegando a la conclusión que presentaciones de más de 10 minutos llevan a una rápida pérdida de la atención por parte del estudiante. También se ha analizado la presencia de la imagen del docente en las polimedias, y si bien parece ser que la presencia de la misma no es aceptada por el estudiante (Lyons *et al.*, 2012), el formato unificado de la UdelaR, para todas las escuelas y facultades, prevé la presencia del profesor en la presentación (Figura 1).

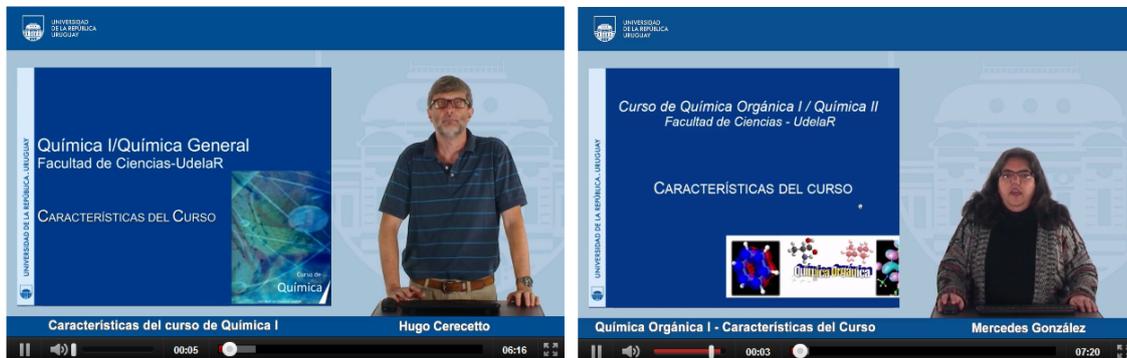


Figura 5. Formato general de las polimedias de la UdelaR. Se utilizan como ejemplos los cursos discutidos en este trabajo. Izquierda: curso de Química General. Derecha: curso de Química Orgánica (Universidad de la República, 2017).

Materiales y métodos

Realización de las polimedias. Las polimedias fueron grabadas en la Sala de Multimedia del ProEVA-UdelaR (Universidad de la República, 2017) y los videos fueron generados utilizando el software libre *Galicaster* (Galicaster, 2017) que permite la mezcla de dos capturas, a saber: i) la grabación del docente exponiendo el tema seleccionado; ii) la grabación (almacenada en una PC) de un video, presentación o imagen.

El diseño general de las polimedias se adaptó al estilo propuesto por ProEVA-UdelaR (ver Figura 1): i) como fondo, marca de agua, la imagen del edificio central de la UdelaR; ii) como encabezado, en azul, con el logo de la UdelaR; iii) como zócalo, en azul, información sobre el contenido temático de la polimedia y el nombre del docente presentador; iv) a la izquierda, en primer plano, presentación en formato de diapositivas; v) a la derecha, en primer plano, docente expositor.

Los contenidos, imágenes e información a ser presentados en las polimedias, fueron seleccionados y diseñados por los docentes responsables de cada presentación en común acuerdo con los docentes responsables de la asignatura. Las presentaciones, en formato de diapositivas, fueron realizadas con el software libre *OpenOffice.org Impress* utilizando una plantilla general diseñada por ProEVA-UdelaR y en ciertos casos, para mejorar características de la presentación, el archivo es convertido a formato pdf utilizando el software libre *Acrobat Reader XI*.

Se adaptó los contenidos temáticos para ser presentados en un tiempo de 10 minutos aproximadamente, utilizando imágenes de libre acceso o provenientes de la bibliografía recomendada en el curso, referenciándola claramente en la presentación.

El repósito en el sitio de la red del ProEVA se realizó con la ayuda del software libre *PuMuKit* (PuMuKit, 2017) y fue efectuado por los responsables del ProEVA.

Evaluación del uso de las polimedias. El uso de las polimedias por parte de los estudiantes fue evaluado: i) a través de la consulta, por encuesta anónima (gestionada a través de la plataforma EVA de cada curso), a la totalidad de los estudiantes de cada cursada; ii) a través del contador de acceso, a cada una de las polimedias, disponible en el Portal Multimedia del ProEVA (Universidad de la República, 2017).

Evaluación de la aceptación de las polimedias por parte de los estudiantes y su relevancia como instrumento de aprendizaje de las asignaturas. La aceptación de las polimedias por parte del estudiantado y su importancia como herramienta de aprendizaje fueron evaluadas a través de la consulta, por encuesta anónima (gestionada a través de la plataforma EVA de cada curso), a la totalidad de los estudiantes de cada cursada. Estas encuestas fueron realizadas al finalizar cada cuatrimestre (final del curso) y durante los exámenes post-cursada. Éstas últimas fueron realizadas entregando la encuesta en el momento del examen.

Resultados y Discusión

Con el apoyo de la CSE-UdelaR (González y Cerecetto, 2015) en el año 2016 fue posible desarrollar, lo que implicó diseñar, grabar, editar y habilitar en sitios en línea, todas las polimedias para el año completo de la disciplina Química, asignaturas Química General y Química Orgánica, correspondientes al primer año de la Licenciatura en Biología, Licenciatura en Bioquímica, Licenciatura en Recursos Naturales y el CIO de Ciencia y Tecnología opción Biología y Bioquímica, y como materias a ser elegidas por los estudiantes de la Licenciatura en Biología Humana. De esta forma se prepararon 59 polimedias cuyas características se resumen en las Tablas 1 y 2. En el diseño se intentó incluir en, aproximadamente, 10 minutos la temática correspondiente a las clases de cada semana del cuatrimestre lectivo, clases cuyas duraciones en el aula varían entre las 2 y 4 horas.

Conseguir reducir clases de 2-4 horas en 10 minutos fue uno de los problemas encontrados en el momento de la filmación. Por eso se llegó, por ejemplo, a 21'26" en la polimedia 6 del curso de Química General (Tabla 1). Esto llevó a que, exclusivamente para las clases teóricas de una determinada semana, se divudiesen en dos presentaciones (ver polimedias 28 y 29 del curso de Química General, Tabla 1; polimedias 6 y 7 o polimedias 22 y 23 del curso de Química Orgánica, Tabla 2). Mientras que, para las polimedias correspondientes a los prácticos de ejercicios se prefirió filmar, considerándolo didácticamente más adecuado, una única presentación por cada práctico de cada semana. Esto llevó, lamentablemente, a alcanzar tiempos de, por ejemplo, 22'58" (polimedia 10 del curso de Química Orgánica, Tabla 2).

Tabla 5. Características de las polimedias preparadas en este trabajo para el curso de Química General, primer semestre, de la FCien-UdelaR

Nº	Contenido temático	Característica ^a	Ubicación en el cuatrimestre	Duración
1	Introducción al curso	-	Semana 1	6'16"
2	Generalidades (I)	T		18'23"
3	Práctico de ejercicios 1	P		16'56"
4	Generalidades (II)	T	Semana 2	19'40"
5	Práctico de ejercicios 2	P		16'51"
6	Reacciones redox	T	Semana 3	21'26"
7	Práctico de ejercicios 3	P		19'59"
8	Termoquímica	T	Semana 4	16'05"
9	Práctico de ejercicios 4	P		15'46"
10	Cinética química	T	Semana 5	17'50"
11	Práctico de ejercicios 5	P		14'35"
12	Equilibrio químico (I)	T	Semana 6	15'09"
13	Práctico de ejercicios 6	P		14'06"
14	Equilibrio químico (II)	T	Semana 7	20'40"
15	Práctico de ejercicios 7	P		12'57"
16	Periferia atómica	T	Semana 8	16'09"
17	Práctico de ejercicios 8	P		11'14"
18	Núcleo atómico	T	Semana 9	14'09"
19	Práctico de ejercicios 9	P		14'05"
20	Geometría molecular	T	Semana 10	8'30"
21	Práctico de ejercicios 10	P		15'28"
22	Teorías enlace covalente	T	Semana 11	11'49"
23	Práctico de ejercicios 11	P		15'19"
24	Enlace iónico	T	Semana 12	15'40"
25	Práctico de ejercicios 12	P		12'40"
26	Enlaces de baja energía	T	Semana 13	9'01"
27	Enlace metálico	T		8'56"
28	Pares galvánicos y ec. Nernst	T	Semana 14	22'03"
29	Iónica y termodinámica	T		13'00"
30	Práctico de ejercicios 13	P		19'13"

^a T: teórico; P: práctico de resolución de ejercicios.

Tabla 2. Características de las polimedias preparadas en este trabajo para el curso de Química Orgánica, segundo semestre, de la FCien-UdelaR

Nº	Contenido temático	Característica ^a	Ubicación en el cuatrimestre	Duración
1	Introducción al curso	-	Semana 1	7'20"
2	Repaso de conceptos	T		13'02"
3	Práctico de ejercicios 1	P		11'49"
4	Efectos de sustituyentes (I)	T	Semana 2	14'47"
5	Práctico de ejercicios 2 (I)	P		12'20"
6	Efectos de sustituyentes (II)	T	Semana 3	15'36"
7	Efectos de sustituyentes (III)	T		12'24"
8	Práctico de ejercicios 2 (II)	P		13'48"
9	Alcanos y cicloalcanos	T	Semana 4	19'26"
10	Práctico de ejercicios 3	P		22'58"
11	Conformaciones	T	Semana 5	15'47"
12	Estereoquímica	T		19'24"
13	Práctico de ejercicios 4	P		16'51"
14	Alquenos y alquinos	T	Semana 6	18'41"
15	Práctico de ejercicios 5	P		14'10"
16	Haluros de alquilo	T	Semana 7	20'01"
17	Práctico de ejercicios 6	P		19'44"
18	Aromáticos	T	Semana 9	21'28"
19	Práctico de ejercicios 7	P		15'41"
20	Alcoholes y fenoles	T	Semana 10	11'16"
21	Práctico de ejercicios 8	P		17'32"
22	Ácidos (I)	T	Semana 11	8'01"
23	Ácidos (II)	T		16'39"
24	Práctico de ejercicios 9	P		17'49"
25	Aminas	T	Semana 12	16'05"
26	Acidez y basicidad	T		21'11"
27	Práctico de ejercicios 10	P		11'22"
28	Aldehídos y cetonas	T	Semanas 13 y 14	20'52"
29	Práctico de ejercicios 11	P		10'28"

^aT: teórico; P: práctico de resolución de ejercicios.

Otro de los problemas encontrados en el momento de la filmación fue el hecho que el software utilizado (Galicaster, 2017) no permitió la edición posterior de las filmaciones, excepto realizar cortes y borrar segmentos de la filmación que no garantizaban la correcta continuidad de la presentación. Esto implicó que cada filmación debía ser realizada en una sola toma, por lo que ante un error del expositor se debió re-iniciar la grabación.

Las polimedias generadas fueron repositadas, por un lado, en el Portal Multimedia del ProEVA dentro de la sección correspondiente a la Facultad de Ciencias (ProEVA | Multimedia, 2017), y por otro lado, en el aula virtual de cada una de las asignaturas (Figura 2). El repósito en el portal del ProEVA fue realizado por los responsables de dicho sitio de la red, mientras que en los cursos virtuales el repósito fue realizado por los docentes de cada asignatura utilizando el elemento HTML *iframe* de la polimedia deseada incrustándolo en un recurso ETIQUETA, del EVA, a través de la herramienta diseñada para tal fin, *Editar código HTML* (Figura 3). La habilitación de cada polimedia en las aulas virtuales se realizó semanalmente acompañando el avance del curso.

El uso y aceptación de las polimedias fueron evaluados durante los años 2016 y 2017.

Para conocer el uso de las polimedias durante el curso se realizó, al finalizar el cuatrimestre lectivo, la consulta al estudiantado completo de cada una de las asignaturas a través de una encuesta anónima vía EVA. Promedialmente, durante los dos años de aplicación de la herramienta, el 72 % de los estudiantes utilizó -siempre, eventualmente o en muy pocas oportunidades- las polimedias de las clases teóricas y el 66 % de los estudiantes utilizó aquellas con contenidos de las clases de resolución de ejercicios (ver ejemplos de los resultados de las encuestas en la Figura 4). Cuando se discrimina en estudiantes que no han asistido a las clases presenciales, las polimedias de las clases teóricas fueron utilizadas, promedialmente durante los dos años de aplicación de la herramienta, por el 79 % de los estudiantes y las clases de resolución de ejercicios fueron utilizadas por el 71 % de los estudiantes (ver ejemplos de los resultados de las encuestas en la Figura 4). Además, a través del Portal Multimedia del ProEVA fue posible conocer el número de accesos a cada una de las polimedias en diferentes períodos del año. Desde su creación, en marzo de 2016, nuestras polimedias, específicamente las correspondientes a la primera semana del curso de Química General, ocupan el primer lugar de los videos más vistos del sitio (Figura 5). La información de acceso obtenida desde el portal es relevante sin embargo, si se desea utilizar como medida del uso por parte de la cursada, se debe considerar que desde ese sitio de la red las polimedias son consultadas, ya que no tiene clave de acceso, por cualquier usuario y que si el video es reiniciado se contabiliza como un nuevo ingreso al mismo. Para conocer el uso de las polimedias para la preparación del examen se realizó la consulta a través de una encuesta anónima, presencial, en el momento del examen. Promedialmente, durante los dos años de aplicación de la herramienta, el 64 % de los estudiantes utilizaron las polimedias para preparar la prueba y el 8 % de los estudiantes que no la utilizaron para preparar el examen fue por haberlas usado durante el cuatrimestre lectivo (Figura 5).

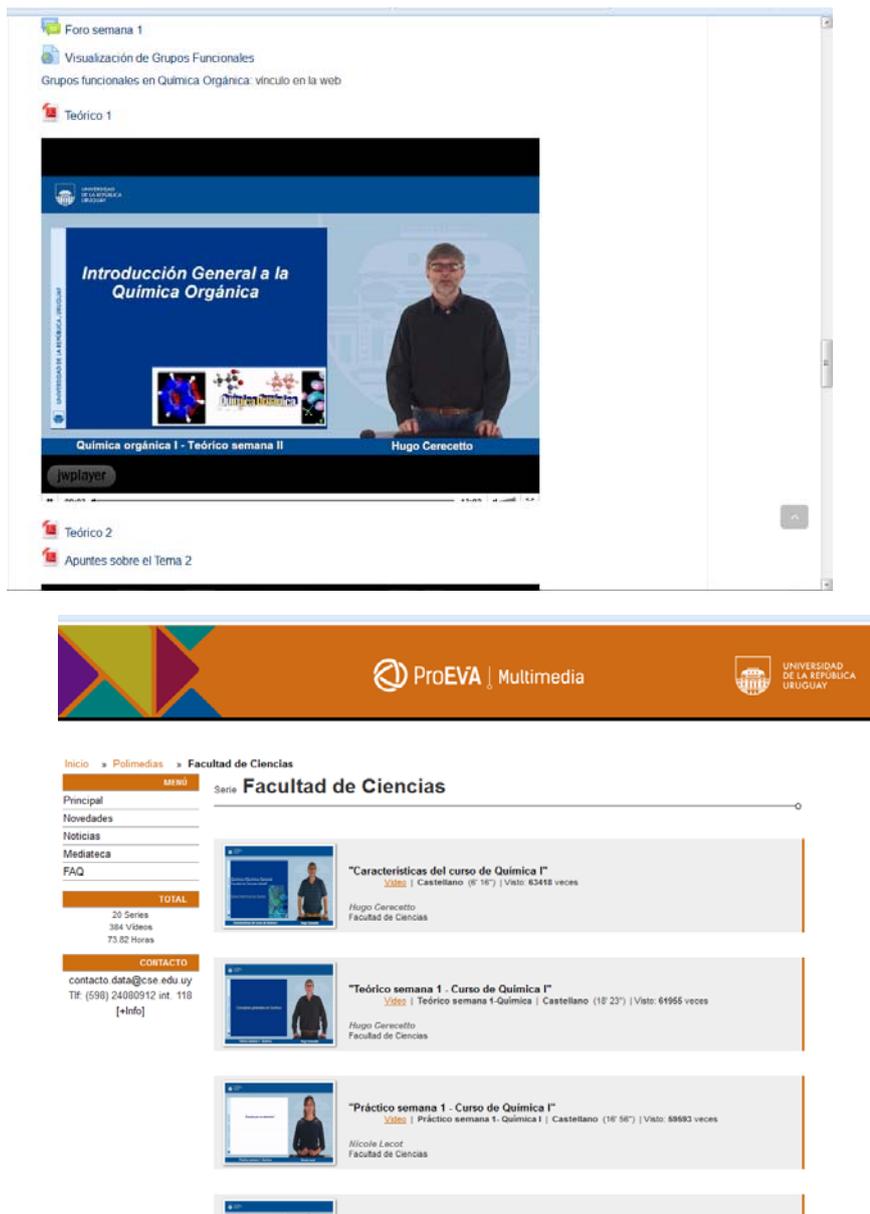


Figura 2. Aspecto de las polimedias insertadas en los espacios virtuales. Arriba: sitio del ProEVA donde aparecen todas las polimedias ordenadas cronológicamente. Abajo: aula virtual (se muestra como ejemplo el curso de Química Orgánica) donde cada polimedia aparece en la semana correspondiente al temario tratado presencialmente.

A través de las encuestas también se indagó sobre la percepción estudiantil en cuanto a la incidencia de las polimedias en el aprendizaje de la disciplina. Promedialmente, durante los dos años de aplicación de la herramienta, el 86 % de los estudiantes que las utilizaron, durante la cursada o el examen, considera que la herramienta les ha ayudado en el entendimiento de las materias (Figura 5).



Agregando un nuevo Etiqueta

General

Texto de la etiqueta



Ajustes comunes del módulo

Restricciones de acceso

Agregando un nuevo Etiqueta



Figura 3. Etapas realizadas para incrustar la polimedia en el curso virtual de las asignaturas. Arriba: información del *iframe* de la polimedia en el portal del ProEVA. Abajo, izquierda: creación del recurso ETIQUETA, donde será incrustada la polimedia utilizando la herramienta *Editar código HTML*. Abajo, derecha: ventana de edición de la fuente HTML de la polimedia. Al ACTUALIZAR queda creada la etiqueta y por ende incrustada la polimedia en el sitio que se desea del curso.

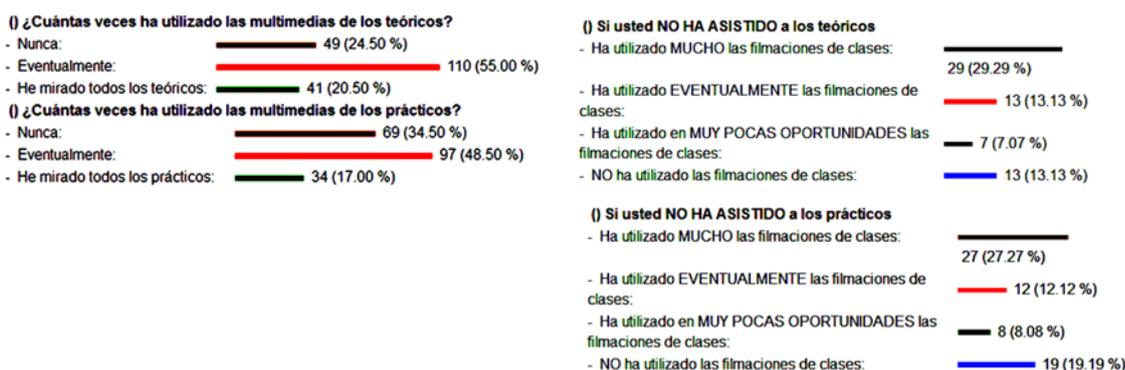
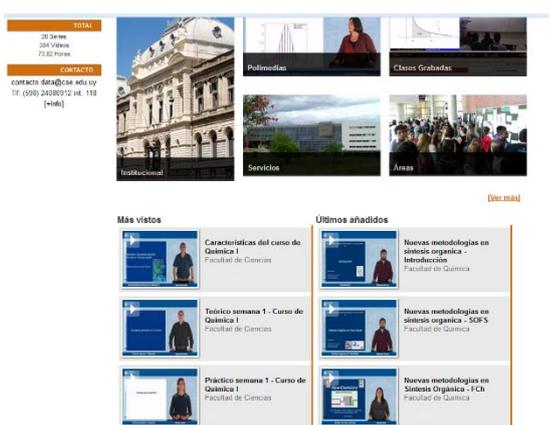


Figura 4. Resultados de las encuestas realizadas por el sitio del curso virtual (EVA). Izquierda: resultados sin discriminar asistencia a la clase presencial, ejemplo del curso de Química General del año 2016. Derecha: resultados discriminando asistencia a la clase presencial, ejemplo del curso de Química Orgánica del año 2016.

Por otro lado, en las encuestas se dejó un espacio para que el estudiantado expresase, con libertad, su opinión respecto a la herramienta. Algunas de los comentarios se recogen en la Tabla 3. Uno de los aspectos más relevantes que se debe destacar, y que generó inconvenientes en el momento de la filmación, es que en ningún caso los estudiantes indicaron que los tiempos de las polimedias fueron excesivos y contrariamente a esto, algunos estudiantes se refirieron a que se debería aumentar la información disciplinar en las polimedias, lo que implicaría mayores tiempo de las exposiciones.



(j) Respecto a las MULTIMEDIAS (del PROEVA) grabadas por los docentes del curso: indique de que modo incidieron para su entendimiento de la materia

- No lo utilizó (0): 42 (28.97 %)
- No le sirvió (0): 1 (0.69 %)
- Le sirvió poco (0): 12 (8.28 %)
- Fue adecuado (0): 57 (39.31 %)
- Le ha servido mucho (0): 33 (22.76 %)

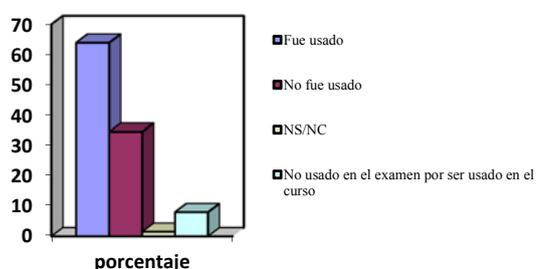


Figura 5. Arriba, izquierda: vista de la página principal del portal ProEVA donde se destacan (abajo izquierda) las polimedias más vistas del sitio. Arriba, derecha: resultados de las encuestas en cuanto al empleo de las polimedias para preparar el examen, ejemplo fechas de exámenes del curso de Química General del año 2016. Abajo: resultados de las encuestas realizadas por el sitio del curso virtual (EVA) con respecto, según la sensación del estudiante, a la incidencia de las polimedias en el entendimiento de la asignatura, ejemplo del curso de Química General del año 2017.

Conclusiones

Se ha desarrollado una serie de polimedias para el primer año de la disciplina Química de la Facultad de Ciencias que ha sido aceptada positivamente por el estudiantado y por los docentes como una herramienta didáctica complementaria para el entendimiento de las asignaturas involucradas.

Referencias

- Allen, I. E. y Seaman, J. (2010). Class differences: Online education in the United States, 2010. Babson Survey Research Group.
- Buccino, P., Lavaggi, M. L., Castro, D., López, V., González, M., Cerecetto, H., Otegui, X., Míguez, M., y López, J. L. (2008). Química Organica 3D: Desarrollo de Simulaciones Interactivas y su Uso en Clase, en la Red y en Discos Compactos. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 190-196.
- Calzada, V., Lecot, N., García, M. F., Cabrera, M., Camacho, X., Tassano, M., Castelli, R., Czerwonogora, A., Goicochea, E., González, M., Cabral, P., y Cerecetto, H. (2014). Cursos masivos: ampliando expectativas. *Educación Química*, 25, 254-257.

Tabla 3. Selección de comentarios expresados por los estudiantes en referencia a las poli-medias preparadas en este trabajo para el curso de Química General y el curso de Química Orgánica, de la FCien-UdelaR

<i>... excelente, porque es la mejor forma que tengo de poder llevar el curso, porque me es muy difícil participar de las clases teóricas por temas laborales ...</i>
<i>... me parecieron buenas, buena opción cuando en clase no tuvimos tiempo de terminar ejercicios ...</i>
<i>... excelente recurso para facilitar la comprensión entre aquellos alumnos que no pudieron asistir a algún teórico/práctico, y en el repaso para el examen ...</i>
<i>... me parecieron adecuados, ya que cuando no entendía algo de las diapositivas me fijaba para ver como lo explicaba el docente, o eventualmente para un mayor entendimiento del teórico o resolución de un ejercicio ...</i>
<i>... las multimedias en química son muy útiles para entender las cosas visualmente sobre todo a nivel atómico (enlaces, protones, electrones) ...</i>
<i>... excelente herramienta que es el futuro y todas las materias deberían adoptarla. Simplemente, nos facilita mucho la vida, nos evita ir a profesor particular ante dudas, y nos habilita a poder trabajar o al menos flexibilizar los horarios. En lo personal, a mi me han hecho una diferencia tan grande que se siente en las calificaciones ...</i>
<i>... los videos de teóricos y prácticos son de mucha ayuda, más aún a los estudiantes que somos del interior, sólo la bibliografía dificulta la comprensión ...</i>
<i>... herramienta muy buena y poco usada por otros cursos ...</i>
<i>... es muy bueno, especialmente cuando algo en la clase no queda muy claro, tenerlo ahí, para poder revisarlo conforme uno lo va necesitando o considera que lo necesita es muy importante ...</i>
<i>... los videos de PRO EVA me parecen excelentes. Muchas gracias por todas esas horas de dedicación!!</i>
<i>... me sirvieron bastante, podrían ser más prolongadas. Son de mucha utilidad si no vas asiduamente a clase ...</i>
<i>... primero que nada, muchas gracias por el tiempo dedicado a crearlas. Tal vez podrían brindar aún más ejemplos prácticos de lo que se dicta en el curso ¿para qué sirve lo que damos? ¿dónde y cómo se aplica? (industrias, laboratorios, etc) ...</i>
<i>... me parece una gran idea y explica muy bien los teóricos y los prácticos. Aunque estos últimos me gustaría que hicieran más ejemplos ya que es donde se puede aprender bien el uso práctico de los conceptos ...</i>
<i>... considero que es una ventaja muy importante que tenemos los estudiantes. Y esta materia se plantea de forma muy organizada y prolija, tanto los videos, las respuestas de foros y el material que otorgan. Considero que los videos son muy buenos y muy útiles, quizás un poco más de profundización en los temas sería excelente!</i>
<i>... son muy prácticas pero creo que deberían darle más relevancia a los ejemplos de los mecanismos porque a veces no se entiende o es muy concreta la explicación ...</i>
<i>... resulta especialmente útil el tener acceso al ppt mostrado en la filmación, ya que permite seguir con claridad lo explicado por el/la docente del video ...</i>
<i>... han sido un insumo fundamental para poder seguir los contenidos del curso y entender aspectos que en la bibliografía no quedaban del todo claros ...</i>
<i>... además de las polimedias se deberían subir las clases filmadas ...</i>
<i>... siendo mi primer semestre en la facultad recién estaba llegando a entender el funcionamiento. Por lo tanto no me enteré que los videos ya estaban todos subidos en proeva, me hubiera gustado saberlo para poder yo gestionar con antelación el contenido fiable de los temas. Una falta que considero tiene el material es que carece de subtítulos y/o un intérprete de LSU ...</i>

- Calzada, V., Lecot, N., García, M. F., Rezzano, E., Lavaggi, M. L., Czerwonogora, A., Cerecetto, H., González, M., y Cabral, P. (2012). Enseñanza de química en modalidad semipresencial: Nuevas experiencias. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 175-178.
- Facultad de Ciencias (08/08/2017). *Licenciaturas*. Montevideo. Recuperado de http://www.fcien.edu.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=208.
- Galicaster (13/08/2017). *Galicaster Project Home*. España. Recuperado de <https://wiki.teltek.es/display/Galicaster/Galicaster+project+Home>.

- González, M., y Cerecetto, H. (2015). *Implementación de Formatos Multimedia – Polimedias, Clases Grabadas y Clases en Línea – en los cursos de Química del Primer Año de Facultad de Ciencias y CIOs* (Proyecto). Comisión Sectorial de Enseñanza, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Guo, P. J., Kim, J., y Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos. En: *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*, 41-50.
- Lavaggi, M. L., Czerwonogora, A., González, M., y Cerecetto, H. (2011). Evaluación continua en un curso de grado de química orgánica a través de la plataforma Moodle. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 269-274.
- Lyons, A., Reysen, S., y Pierce, L. (2012). Video lecture format, student technological efficacy, and social presence in online courses. *Computers in Human Behavior*, 28, 181-186.
- ProEVA | Multimedia (16/08/2017). *Serie Facultad de Ciencias*. Montevideo. Recuperado de <http://multimedia.edu.uy/es/serial/8.html>.
- PuMuKit (16/08/2017). *PuMuKit*. Vigo. Recuperado de <http://pumukit.org/>.
- Ross, T. y Bell, P. (2007). “No significant difference” only on the surface. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 4, 3-13.
- Somoza-Fernández, M. (2015). Interactive training materials developed by Spanish university libraries. *The Journal of Academic Librarianship*, 41, 94-97.
- Universidad de la República (09/08/2017). *ProEVA | Multimedia*. Montevideo. Recuperado de <http://multimedia.edu.uy/>.
- Valor Miró, J. D., Silvestre-Cerdà, J. A., Civera, J., Turró, J., y Juan, A. (2015). Efficiency and usability study of innovative computer-aided transcription strategies for video lecture repositories. *Speech Communication*, 74, 65-75.
- Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., y Nunamaker, J. F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information and Management*, 43, 15-27.

Constructos de la motivación: física en el bar

José Luis Di Laccio ^{1,2,(a)}, Aldo Rodríguez ^{1,(b)} y Salvador Gil ^{3,(c)}

1. Departamento de Física, Centro Regional de Profesores del Litoral, Salto, Uruguay.
2. Departamento de Física, Centro Universitario Regional Litoral Norte, Universidad de la República, Salto, Uruguay.
3. Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete, San Martín, Buenos Aires, Argentina.

(a) jdilaccio@gmail.com (b) whoanseeto@hotmail.com y (c) sgil@unsam.edu.ar

Eje temático: 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

Presentamos un experimento sencillo, de bajo costo y de fácil realización para estudiar la desintegración de la espuma de la cerveza, que tiene varios aspectos similares al decaimiento radioactivo (García-Molina, 2013). En particular su naturaleza aleatoria, el tipo de decaimiento exponencial y una constante de desintegración. Además se puede hacer sin dificultad, en el aula, en la casa o en un bar. El experimento consiste en estudiar la ley que describe la disminución de la altura de la espuma de la cerveza y observar como las burbujas van desintegrándose (Leike, 2002). La naturaleza aleatoria de la aniquilación de las burbujas, presenta una interesante analogía con el decaimiento de núcleos radiactivos. Este experimento se puede realizar utilizando el teléfono inteligente o una cámara digital como instrumento para determinar las alturas de la espuma (Gil y Di Laccio, 2017)(Calderón *et. al*, 2015). En términos motivacionales, este experimento promueve la autonomía, el valor, el interés y la curiosidad, todos ellos constructos de la motivación intrínseca. Del mismo modo, promueve la motivación social y la concreción de objetivos pro-sociales por parte de los participantes. El experimento permite encontrar el valor del conocimiento formal en contextos informales o cotidianos.

Palabras claves: Desintegración radiactiva, métodos de la ciencia, motivación.

Introducción

En este relato de experiencia presentamos la implementación de una clase que se utilizó para recibir a estudiantes de profesorado de Física de la generación 2017, en el Centro Regional de Profesores del Litoral. El objetivo de la misma fue ilustrar diferentes facetas de la investigación científica a la par de que perciban, desde el ingreso a su carrera, que con pocos recursos y con ingenio se pueden realizar experimentos que ilustren conceptos, que a priori, pueden resultar complicados o que, pensando desde la disciplina, necesitarían de un tratamiento muy riguroso y formal.

El enfoque utilizado en esta propuesta conlleva un cambio de paradigma educativo donde el abordaje del conocimiento es diferente y donde la metodología del enseñar y del aprender se adapta a este estudiante. Un elemento intrínsecamente necesario en el aprender y el enseñar es la motivación. Por ende los constructos de la motivación involucrados conjuntamente con la metodología de la enseñanza utilizada por el docente deben dar prueba de ser efectivos y eficaces para alcanzar los objetivos académicos de docentes, estudiantes y del sistema educativo en general.

Aquí se presentan los resultados obtenidos de la implementación, obtenidos mediante un análisis cualitativo y auto-referencial que muestra cómo influye esta demostrativa, en la forma de aprender en la motivación. La recolección de datos se hizo a través de entrevistas semi-estructuradas (Seidman, 2006) a los participantes donde los mismos han descrito la experiencia, su diferenciación con las experiencias previas de corte tradicional y con los factores que contribuyeron a ver la experiencia como positiva o no.

Del análisis de los datos se ha podido concluir que los constructos de la motivación afectados por el uso de esta forma de aprender son variados. Una característica general de dichos constructos es que forman parte de la motivación intrínseca del sujeto. Los participantes se auto-referencian como seres más autónomos considerando que tienen más opciones lo que les hace tener mayor interés en la asignatura otorgándole más valor al conocimiento adquirido. Todos estos elementos se encuentran enmarcados en un aprendizaje constructivista y de corte cooperativo que es promovido por la motivación social y pro-social de los participantes. Ello se ha conseguido a través del fomento de la curiosidad que representa el poder experimentar y construir conocimiento en base a los laboratorios de bajo costo descritos anteriormente. Hemos podido apreciar que la autonomía se logró a través de dar a los alumnos opciones que garantizaban cierta libertad para poder experimentar. Dicha libertad hace que el alumno se empodere del conocimiento que produce y se sienta autor de su propia realidad. Asimismo, ese empoderamiento le hace otorgar valor al conocimiento y a la generación del mismo encuadrándolo en el trabajo con otros donde el valor del trabajo en problemas y proyectos hace que exista aprendizaje significativo de la interacción con los pares y el docente y se pueda ver la necesidad de una construcción colectiva del conocimiento. El docente, posee un rol pro-social donde actúa como mentor y facilitador en este proceso de descubrimiento que transita el estudiante.

Todo ello hace que esta propuesta metodológica tenga un gran impacto desde el punto de vista de la motivación intrínseca del estudiante. En primer término, el alumno se siente conductor de su propio proceso de aprendizaje al que le asigna valor. En segundo lugar, el alumno y los docentes interactúan en relación de coordinación y colaboración en un entorno amigable para la creación de conocimiento. Finalmente, esta metodología abarca numerosos constructos de la motivación intrínseca y social del alumno por lo que permite un aprendizaje significativo en los educandos.

La toma de datos del experimento



Figura 6. Estudiantes experimentando, recolección de datos experimentales.

El equipamiento es: un vaso cilíndrico de sección uniforme, una lata de cerveza y un teléfono inteligente o cámara digital. Opcionalmente se puede usar una regla de referencia y un cronómetro para registrar el tiempo asociado a cada fotograma. Se vierte la cerveza en el vaso tratando de lograr una buena espuma. Comenzamos a fotografiar a tiempos regulares, Figura 1. La distancia de la cámara al vaso, debe permanecer fija durante el experimento. A medida que pasa el tiempo las fotos se toman más espaciadas en tiempo hasta

que la forma de la espuma se vuelve muy irregular. La Figura, muestra como los estudiantes extraen la información de las alturas de la espuma de la cerveza utilizando las fotografías tomadas.

Cada grupo con sus datos generan un gráfico de la altura en función del tiempo, en escala lineal y semilogarítmica.



Figura 7. La pantalla del teléfono inteligente permite extraer información de la altura de la espuma de cerveza. Dos estudiantes miden usando la pantalla del teléfono y registran los datos.

Resultados obtenidos

A modo de ejemplo se muestra en la Figura 3, como varía la altura de la espuma en función del tiempo. Del ajuste de los datos se determina que la función es una exponencial decreciente y de dicha ecuación se puede obtener la constante de desintegración de la espuma y su vida media.

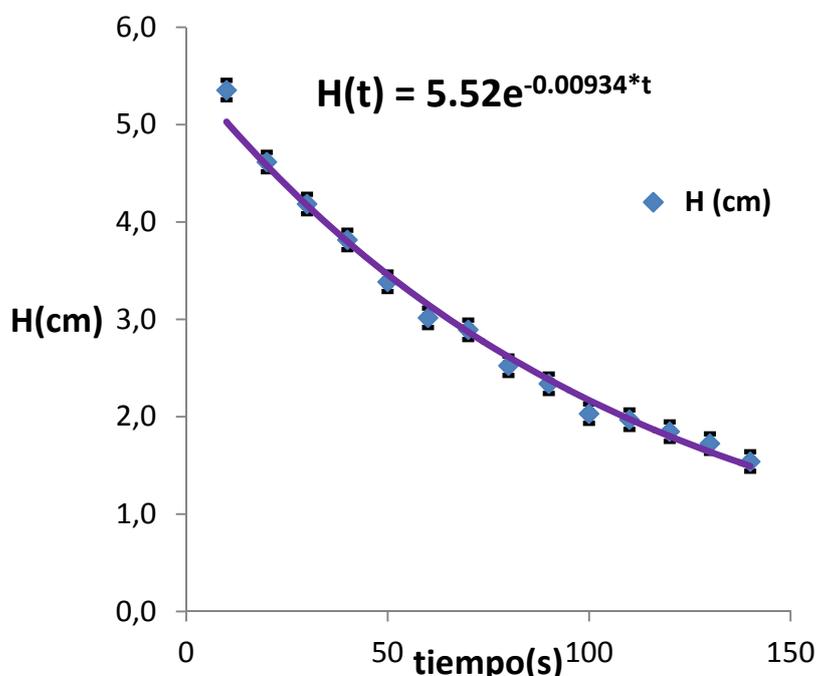


Figura 3. Se representa la altura como función del tiempo para el vaso con diamantes azules. La línea continua violeta es el ajuste exponencial de los datos. Las barras negras corresponden a la incertidumbre principal en la altura.

La constante de desintegración: $\lambda = (9.3 \pm 0.4) \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ y el tiempos de vida media $t_{1/2} = (74 \pm 4) \text{ s}$.

Esta actividad permite estudiar un fenómeno que tiene una analogía directa con la desintegración radiactiva. El experimento permite caracterizar la naturaleza aleatoria de la desintegración, las burbujas que se rompen cada una independientemente de lo que les pase a las otras. La ley de decaimiento de la espuma permite determinar la constante de desintegración (λ) y el tiempo medio del decaimiento. La actividad propuesta es de bajo costo y muestra la posibilidad de usar el teléfono inteligente como herramienta de medición para el aprendizaje (Gil y Di Laccio, 2017). El estudiante puede descubrir la ley que está implícita en el fenómeno estudiado, de modo que esta actividad puede también servir para ilustrar el camino como la ciencia construye el conocimiento. Así esta actividad enfatiza los procedimientos más que la transmisión de información del tema.

Conclusiones

La actividad propuesta es de bajo costo y permite que los estudiantes exploren un fenómeno nuevo, cuyo resultado no es conocido y presenta mucha analogía con la radiactividad natural. El experimento permite explorar el fenómeno en toda su extensión, e ilustra el modo de trabajar en ciencias. Asimismo, esta metodología de trabajo promueve en los participantes la motivación intrínseca generada a través de la utilización de varios de sus constructos. Por su bajo costo y por los resultados cognitivos, meta-cognitivos y motivacionales que posee es recomendable para su inclusión en las actividades de aula de los docentes de Física o Química.

Referencias

- García-Molina, R. (2013). Cinco experiencias sencillas de física moderna. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 30-35.
- Leike, A. (2002). Demonstration of the exponential decay law using beer froth. *EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICS*, 21-26.
- Calderón S., Nuñez P., Di Laccio J., Iannelli L. y Gil S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 212-226.
- Gil, S., Di Laccio J. L. (2017). "Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias". *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 1305 (1-9).
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research*. New York: Teachers College Press.

Una propuesta para "pensar" la modelización matemática en la Educación Secundaria

Marisa Reid ^(1,a), Rosana Botta Gioda ^(2,b)

Pertenencia Institucional: 1. y 2. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNLPam. Uruguay 151. Santa Rosa, La Pampa. Argentina.

(a) mareid@exactas.unlpam.edu.ar, (b) rbottagioda@hotmail.com

Eje temático: 4. Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas.

Resumen

En este trabajo presentamos una experiencia y resultados de la implementación de una actividad de modelización matemática en un curso de un colegio secundario.

El objetivo general que motivó la elaboración y desarrollo de esta propuesta fue aplicar la modelización matemática como alternativa pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, buscando fortalecer el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con las funciones lineales en tercer año.

La modelización matemática como abordaje pedagógico supone el trabajo con modelos matemáticos en el aula intentando reproducir en las mismas, las actividades de la comunidad matemática privilegiando la relación mundo exterior-matemática (Borba et al., 1997, 1999 y Biembengut & Hein, 1999).

Hay muchos fenómenos diferentes que despiertan el interés o curiosidad de los estudiantes. El tiempo de duración de una vela encendida es un ejemplo. Este hecho común, implica un conjunto de procesos que pueden ser utilizados como una buena oportunidad para desarrollar habilidades como observar, explorar, formular un problema, desarrollar una hipótesis y, por lo tanto, puede ser abordada por los estudiantes como una actividad de investigación.

La planificación de la actividad propuesta se divide en tres partes:

1. Se presenta al grupo el problema a resolver: ¿Cuál es el tiempo que tardan distintos tipos de velas en consumirse?

Se conforman grupos de trabajo de 2 o 3 estudiantes y se plantea una actividad experimental en la que se estudia cómo varía la altura de la vela a medida que transcurre el tiempo, utilizando distintas velas y registrando sus observaciones en una tabla (tiempo vs. altura). Los grupos elaboran hipótesis e identifican variables, grafican los datos y obtienen conclusiones.

2. En esta etapa trasladamos nuestro experimento de la vela a una hoja de cálculo de Excel para la construcción de un modelo funcional interactivo que tiene como propósito hacer visible de otra manera, la relación matemática-realidad.

3. Se fomenta la discusión acerca de las conjeturas elaboradas por los grupos y cómo se validaron. Las respuestas que surgieron pueden ser enmarcadas parcialmente en la propuesta de Blum y Leiss (2007); es decir, los estudiantes buscaron comprender el problema, simplificar, resolver matemáticamente e interpretar, y realizar una explicación de los resultados obtenidos.

Los estudiantes ponen de manifiesto distintas maneras de pensar y abordar los problemas favoreciendo el desarrollo de sus sistemas conceptuales.

Acordamos con Blomhøj (2004) en que un argumento importante a favor de la modelización matemática como elemento central en la enseñanza de la Matemática es que tiende puentes entre la experiencia de la vida diaria de los alumnos y la Matemática.

La modelización matemática como una metodología de enseñanza exige la responsabilidad de los estudiantes en el acto de aprender y de los profesores en su rol de orientadores.

Palabras claves: modelización matemática – función lineal – tecnología

Introducción

Presentamos una experiencia y resultados de la implementación de una actividad de modelización matemática en tercer año del ciclo básico de un colegio secundario ubicado en la ciudad de Santa Rosa, provincia de La Pampa (Argentina).

Para la elaboración y desarrollo de esta propuesta nos planteamos como objetivo aplicar la modelización matemática como alternativa pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, buscando fortalecer el aprendizaje significativo de los conceptos relacionados con las funciones lineales en tercer año.

En la realidad, hay diferentes problemas sociales, ambientales y de las ciencias naturales, vinculados con la Matemática y que despiertan el interés o curiosidad de los estudiantes. El tiempo de duración de una vela encendida es un ejemplo. La investigación de este hecho común, implica un conjunto de procesos que permiten desarrollar habilidades como observar, explorar, formular un problema, plantear una hipótesis, seleccionar fuentes confiables, usar algún software y tomar decisiones. Estos aspectos forman parte de la actividad de un matemático que investiga y contribuyen al aprendizaje de la matemática.

El enfoque propuesto requiere de un marco de enseñanza que incluya los siguientes aspectos:

- la relación entre el conocimiento matemático y los problemas;
- la potencia modelizadora de la Matemática.

Al comenzar con la planificación acudimos a los Diseños Curriculares vigentes en nuestra provincia, en los que aparecen menciones explícitas a las nociones de modelización en la enseñanza secundaria y en concordancia con ello nos propusimos abordar esta propuesta.

Marco Teórico

La modelización matemática como abordaje pedagógico supone el trabajo con modelos matemáticos en el aula intentando reproducir en las mismas, las actividades de la comunidad matemática privilegiando la relación mundo exterior-matemática.

Las relaciones entre la Matemática y el mundo real han sido uno de los temas centrales de investigación para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en las últimas décadas. Al respecto numerosas investigaciones han abordado con gran éxito al proceso de modelización como una estrategia didáctica que permite construir conceptos matemáticos de una forma más comprensiva y que al tiempo ofrecen elementos para aumentar la motivación de los estudiantes. La modelización matemática no trabaja con problemas inventados, “teóricos” o de aplicación directa del concepto y/o sus propiedades para resolver un ejercicio, sino con problemas reales. Siendo ésta una de las características que diferencia la modelización, de aquellas en las que se “construye” un problema para aplicar un modelo conocido o recién enseñado.

Bassanezi (2002) sostiene que "la modelización matemática es el arte de transformar problemas de la realidad en problemas matemáticos y resolverlos, interpretando sus soluciones en el lenguaje del mundo real".

Blomhøj (2004) agrega que la modelización matemática puede ser vista como una práctica de enseñanza que coloca la relación entre el mundo real y la matemática en el centro de la enseñanza y el aprendizaje, y esto es relevante para cualquier nivel de enseñanza. Las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar al aprendiz a establecer raíces cognitivas sobre las cuáles construir importantes conceptos matemáticos.

Según Biembengut y Hein (2003) "el modelado es un forma de interactuar entre las matemáticas y la realidad". Estos autores consideran que Matemática y realidad son dos conjuntos disjuntos y la modelización es una forma de vincularlos. Ellos presentan el siguiente esquema para representar esta propuesta (Figura 1)

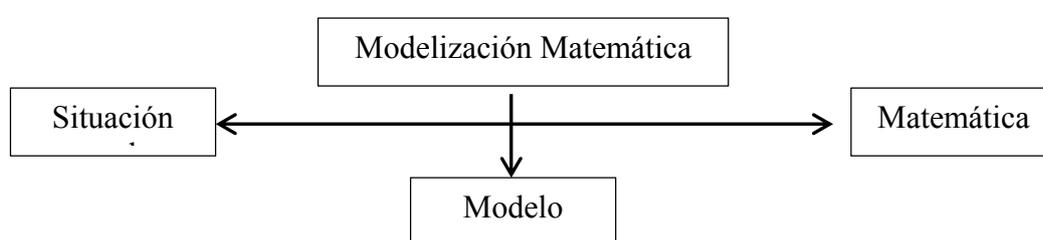


Figura 1. Esquema del proceso de modelización matemática (Biembengut y Hein. 2003)

La propuesta planteada tiene el compromiso de promover la interacción de los hechos de la realidad con el contenido matemático, posibilitando al estudiante, adquirir conocimiento matemático a través de la investigación y la construcción de modelos matemáticos, estimulando la creatividad y la habilidad para resolver problemas en un contexto.

Borba et al. (1997); presentan la modelización matemática como un enfoque didáctico-pedagógico para la clase de Matemática. En el proceso de modelización hacen uso de herramientas tecnológicas.

El ambiente de aprendizaje generado por la modelización matemática hace que el alumno tenga interés por la investigación, la búsqueda, el intercambio y el compartir información hacen que las TIC se integren a esta dinámica del aula. Al respecto Araujo (2002) afirma que "hay una cierta armonía en la asociación entre la modelización matemática y las tecnologías informáticas".

Desarrollo

En el curso donde se desarrolló la experiencia los alumnos venían trabajando con funciones lineales. Por lo tanto la propuesta también tiene como objetivo afianzar los conceptos en relación a la función lineal.

Por ser el primer trabajo que se realiza en el curso con esta metodología, se decidió que por ejemplo, las variables a estudiar fueran las mismas para todos los grupos.

La planificación de la actividad propuesta se dividió en tres partes que describimos a continuación:

1. Se presenta al grupo el problema a resolver:

¿Cuál es el tiempo que tardan distintos tipos de velas en consumirse?

Se conforman grupos de trabajo de 2 o 3 estudiantes y se plantea una actividad experimental en la que se estudia cómo varía la altura de la vela a medida que transcurre el tiempo, utilizando distintas velas y registrando sus observaciones en una tabla (tiempo vs. altura). Los grupos elaboran hipótesis e identifican variables, grafican los datos y obtienen conclusiones.

Para trabajar en esta etapa de experimentación, como se muestra en la figura 2, utilizaron velas de distinto tipo, encendedor, regla y/o centímetro y el cronómetro del teléfono celular. Básicamente el trabajo consistió en medir la altura de la vela, encenderla y dejar quemar un tiempo determinado que cada grupo estableció, apagarla y medirla nuevamente.



Figura 2. Etapa de experimentación de uno de los grupos

Antes de comenzar la docente tuvo que intervenir para organizar el debate ante algunos interrogantes surgidos como:

- *¿siempre debemos dejar la vela encendida el mismo tiempo?*
- *¿en la tabla anotamos lo que achica la vela o la medida que va quedando?*

En el transcurso del experimento tuvieron algunos inconvenientes con las velas de parafina, como dificultades para tomar medidas ya que se quemaban "hacia adentro". Finalizando la clase se decidió realizar nuevamente el experimento utilizando velas de cera.

Los datos que obtuvieron los distintos grupos se registraron en tablas, mostramos algunos ejemplos (Figura 3):

Altura vela en cm	8,5	7,5	7	6,5	6
Tiempo en minutos	0	5	10	15	20

tiempo (en minutos)	0	4	8	12	16	20	24	28
altura vela (en cm)	18	13	12	17	16	16	16	15,50

Altura vela en cm	20cm	19cm	18cm	18cm	18cm	17,5cm	17,5cm	17cm	16cm
Tiempo en minutos	0	1	2	4	6	8	13	18	23

Figura 3. Tablas confeccionadas por tres grupos

Se puede observar que los grupos consideraron como variables la altura de la vela, en centímetros, y el tiempo en minutos. La elección de estas variables se realizó luego de una puesta en común guiada por la profesora, donde se analizaron las posibles variables que influyen a la hora de encender una vela y observar el tiempo de duración de la misma (tiempo, altura, ancho, o diámetro, clase de material de fabricación de la vela) y ante la necesidad de realizar simplificaciones para comenzar el trabajo.

Como a analizar cuáles serían las variables que se relacionan en la situación surgieron además el diámetro y la composición de la vela. Con el fin de acotar el número de variables se decidió registrar el diámetro de cada vela utilizada para posteriormente analizar qué ocurría con las velas de distinto diámetro. Con respecto a la composición, como ya mencionamos, se decidió realizar un segundo experimento utilizando velas de cera únicamente.

Se analizaron los datos obtenidas y registrados en las tablas. Seleccionamos para mostrar cómo continuó el trabajo la tabla de uno de los grupos (Tabla 1):

Tabla 6. Datos

Tiempo (en minutos)	0	5	10	15	20
Altura de la vela (en centímetros)	8,5	7,5	7	6,5	6

Dos grupos discutían sobre la posibilidad de responder a la pregunta inicial y conjeturaban:

- “La vela tarda 80 minutos en consumirse completamente”
- “La vela tarda 85 minutos en quemarse toda”

Mientras que otros grupos expresaban no poder responder hasta terminar definitivamente el experimento, es decir quemar totalmente la vela.

Una de las ventajas que presenta elaborar tablas es que permite descubrir regularidades como son diferencias constantes, diferencias que crecen (o decrecen) regularmente, productos o cocientes constantes, etc.

Los alumnos buscan regularidades entre los datos que van obteniendo. En las conversaciones que mantienen, mencionan que la altura de la vela aumenta tantos centímetros por cada tantos minutos transcurridos. Se hace patente, por tanto, que los alumnos se han dado cuenta de que la relación entre los datos que van obteniendo implica una tasa de variación media constante.

Se continuó con la tarea volcando los datos de la tabla en un sistema de ejes cartesianos. Para ello debieron decidir, en función de los valores registrados en la tabla de datos, el intervalo visible del eje de abscisas y de ordenadas. Luego de que esos datos tomaron la forma de puntos del plano, estudiaron el comportamiento que tiene la "curva" o gráfica resultante.

Para llegar a determinar una ecuación que relacione las variables, se apeló a una "función de ajuste" es decir una función que se ajuste al conjunto de datos que se obtuvieron por experimentación. Es decir, se trata de encontrar, la función que "pasa" o que "está más cerca" a esos puntos (la mayoría de las veces no se puede conseguir que una función pase por todos los puntos y así se busca la función que más se acerca a ellos).

En este momento del trabajo, la confirmación visual es muy valiosa, pero posteriormente necesitamos validar las conjeturas realizadas.

Luego se busca expresar esta relación mediante una función matemática, al trabajar con los pares de datos llegan a formular un modelo matemático. En la figura 4, se muestra el trabajo de uno de los grupos.

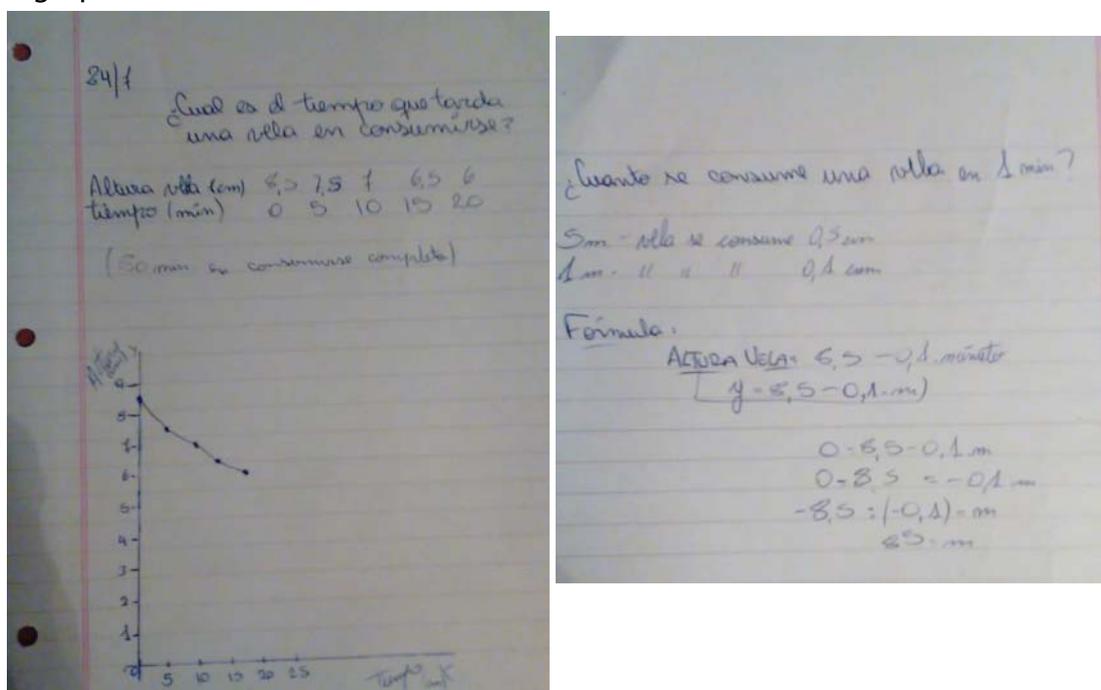


Figura 4. Trabajo de uno de los grupos

En otro momento de la actividad, a partir de los datos obtenidos y utilizando el programa GeoGebra, compararon los resultados obtenidos utilizando lápiz y papel, por lo que ingresaron los puntos encontrados en la experimentación y para obtener una expresión matemática que relacione las variables, se utilizó una función que se ajuste al conjunto de datos que se obtuvieron por experimentación, ya que el software tiene funciones o comandos que posibilitan esta tarea. Utilizando el software GeoGebra buscaron la expresión analítica de una función adecuada para ajustar los puntos visibles en la pantalla obtenidos a partir de la tabla (figura 5).

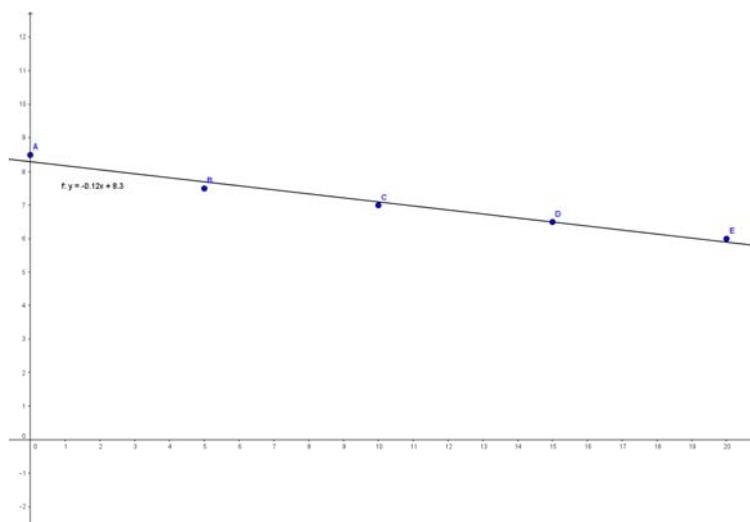


Figura 5. Gráfico obtenido con GeoGebra por uno de los grupos

Podemos observar entonces que el uso de software, como GeoGebra, puede ayudar a los estudiantes a visualizar el hecho de que se puede utilizar funciones matemáticas que no necesariamente deben pasar por todos los puntos y a validar otras encontradas, por ejemplo, en forma analítica.

La fórmula que encontraron utilizando GeoGebra tiene diferencia con las halladas por los grupos, por lo que se analizó en una puesta en común las similitudes y diferencias.

El modelo hallado se encuentra en consonancia con la definición dada por Biembengut y Hein (2003) quienes afirman que un modelo matemático puede ser formulado en términos familiares, tales como: expresiones numéricas o fórmulas, diagramas, gráficos o representaciones geométricas, ecuaciones algebraicas, tablas, programas computacionales, etc. Dicho modelo proviene de aproximaciones realizadas para poder entender mejor un fenómeno y retrata, aunque con una visión simplificada, aspectos de la situación investigada.

Aquí el rol docente es de gran importancia, para que los alumnos se sigan preguntando, conjeturando y validando sus conclusiones. Interviene reflexionando "A partir de los datos tomados de la realidad, debemos tratar de validar un modelo matemático que nos permita explicar el fenómeno, cuestionando las suposiciones básicas, los datos usados para estimar los parámetros, predecir lo que podría suceder con otra vela".

Y la profesora plantea algunos interrogantes para reflexionar como:

- ¿Qué gráficos obtuvieron a partir de los datos obtenidos?
- ¿Responden a funciones directamente proporcionales? ¿Por qué?
- ¿Se puede señalar alguna relación entre los términos de las fórmulas y los gráficos obtenidos?

En esta primera parte, se pudo observar que los estudiantes se involucraron completamente en la actividad, hasta los que no estaban trabajando anteriormente, y manifestaron estar motivados por el tipo de tarea que tenían que realizar.

El ambiente de trabajo fue relajado, y no se observaron pérdidas de tiempo significativas. Además, todos los alumnos participaron activamente, decidiendo en forma consensuada la distribución del trabajo, asumiendo que es importante realizar bien las mediciones.

2. En esta etapa trasladamos nuestro experimento de la vela a una hoja de cálculo de Excel (figura 6) para la construcción de un modelo funcional interactivo que tiene como propósito hacer visible de otra manera, la relación matemática-realidad.

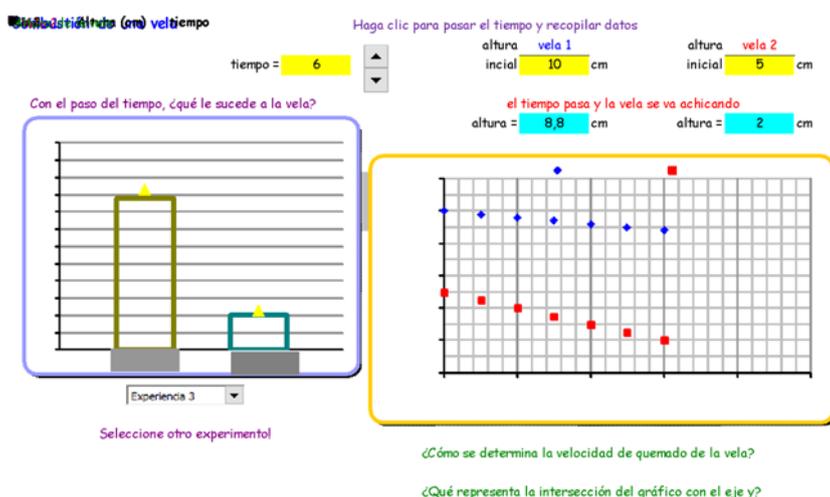


Figura 6. Captura de pantalla de hoja de Cálculo de Excel: Aquí podemos establecer la altura de dos diferentes de velas y luego recoger datos haciendo clic en la flecha hacia arriba para aumentar el tiempo y observar lo que sucederá.

El objetivo de esta etapa es que puedan manipular un modelo ya “armado” y compararlo con el que obtuvieron los grupos.

Se trabajó con la siguiente guía de preguntas:

- ¿Con el paso del tiempo ¿qué le sucede a la vela?
- ¿Qué representa la intersección del gráfico con el eje y?
- ¿Qué representa el valor que multiplica al tiempo en minutos?
- ¿Cuáles datos coinciden con los del experimento que ustedes realizaron? o ¿Cómo comparan los datos de sus experimentos con los modelos presentados en la planilla de cálculo?
- ¿Qué representa la función creciente? ¿Y la decreciente?

Dado el valor potencial de la tecnología para reforzar el aprendizaje, los alumnos se comprometen con el problema de modelización de una situación real y desarrollan así sus ideas y su comprensión sobre los conceptos matemáticos relacionados.

3. Se fomenta la discusión acerca de las conjeturas elaboradas por los grupos y cómo se validaron.

Algunas de las hipótesis y conjeturas que fueron aparecieron a lo largo del trabajo:

- *“La vela tarda 80 minutos en consumirse completamente”*
- *“La vela tarda 85 minutos en quemarse toda”*
- *“en un minuto la vela se consume 0,1 cm”*
- *“en un minuto la vela se quema 0,2 cm”*
- *“para poder sacar una conclusión del tiempo en que tarda la vela, hay datos que no nos sirven”*

En realidad las etapas descritas no se producen en forma lineal sobre todo está tercera aparece continuamente a lo largo de la experiencia, ya que surgen conjeturas, se discuten con la orientación del profesor y si es necesario se validan.

Las hipótesis y conjeturas de los distintos grupos fueron expuestas, discutidas y validadas. Es de destacar la importancia en este momento, del rol docente, quien tuvo que trabajar sobre la interpretación de los errores u obstáculos didácticos encontrados en los comentarios anteriores.

Unos pocos alumnos interpretan el modelo matemático como una función sin identificación clara con la situación que le dio origen pero la mayoría, en cambio, sí tienen presente que el modelo obtenido pretende describir matemáticamente el tiempo que tarda en consumirse la vela.

Las respuestas que surgieron pueden ser enmarcadas parcialmente en la propuesta de Blum y Leiss (2007); es decir, los estudiantes buscaron comprender el problema, simplificar, resolver matemáticamente e interpretar, y realizar una explicación de los resultados obtenidos.

Los estudiantes ponen de manifiesto distintas maneras de pensar y abordar los problemas favoreciendo el desarrollo de sus sistemas conceptuales.

Acordamos con Blomhøj (2004) en que un argumento importante a favor de la modelización matemática como elemento central en la enseñanza de la Matemática es que tiende puentes entre la experiencia de la vida diaria de los alumnos y la Matemática.

La modelización matemática como una metodología de enseñanza exige la responsabilidad de los estudiantes en el acto de aprender y de los profesores en su rol de orientadores.

La experiencia está en la línea de trabajo en matemática que se propone en los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios, ya que en ellos se expresa que la escuela ofrecerá situaciones de enseñanza que promuevan en los alumnos y alumnas: “La elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas, la información disponible, debates y confrontación de ideas en clase dando las razones que permiten sostenerlas; la reflexión sobre lo producido y las estrategias que se emplearon”.

Comentarios Finales

Teniendo en cuenta referencias teóricas de varios autores sobre la enseñanza y aprendizaje de funciones lineales, las cuales demostraron que las deficiencias en la comprensión de los conceptos referentes a este tema pueden estar relacionadas a la manera como el estudio de funciones

lineales es abordado en el aula. Creemos que la actividad didáctica aquí presentada atiende a la necesidad de una enseñanza de la matemática más significativa y puede contribuir efectivamente a la apropiación del saber matemático por parte de los alumnos.

La propuesta en este caso propone un inicio de estudio de funciones lineales a partir de la modelización matemática como estrategia pedagógica, indicada por algunos autores como superadora de la metodología de enseñanza tradicional y también incorpora como herramienta las TIC.

La modelización matemática como metodología de enseñanza- aprendizaje tiene como propósito no solamente hacer que los alumnos "asimilen" mejor el contenido matemático que se quiere enseñar sino que, principalmente, el alumno deje de ser un sujeto pasivo para ser activo en el proceso de aprendizaje.

Bibliografía

Araújo, J. D. L. (2002). Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos. *Unpublished Doctoral Thesis, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.*

Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.* São Paulo: Contexto.

Biembengut, M. S. & Hein, N. (1999). Modelación matemática: Estrategia para enseñar y aprender matemáticas. *Educación Matemática*, 11(1), 119-134.

Biembengut, M. S., Hein, N. (2003). *Modelagem Matemática no ensino.* 3.ed. São Paulo: Contexto.

Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. In B. Clarke, et al. (Eds.), *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics* (pp. 145-159). Sweden: National Center for Mathematics Education.

Blum, W. & Leiss, D. (2007). How do Students and Teachers deal with Modelling Problems?. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 222-231). Horwood Publishing: Chichester, Reino Unido.

Borba, M. C., Meneghetti, R. C. G., & Hermeni, H. A. (1999). Estabelecendo critérios para avaliação do uso de Modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. *BORBA, MC Calculadoras gráficas e educação matemática. Rio de Janeiro: USU, Ed. Bureau*, 95-113.

Borba, M. D. C., Meneghetti, R. C. G., & Hermeni, H. A. (1997). Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de ciências biológicas. *Revista de Educação Matemática da SBEM-SP*, 5(3), 63-70.

Ministerio de Cultura y Educación. Gobierno de la provincia de La Pampa. (2009). Materiales Curriculares Matemática Educación Secundaria -Ciclo Básico. Recuperado de: <https://repositorio.lapampa.edu.ar/index.php/materiales/secundaria/basico/item/matematica>

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de La Nación. (2006). Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP): 3º Ciclo EGB/Nivel Medio. Recuperado de: <http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap3matem.pdf>

Anexos

Datos de los autores

Marisa Elisabet Reid: Es Licenciada en Matemática, egresada de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Actualmente se desempeña como Profesora Adjunta en Análisis I de la carrera Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLPam). Cuenta con publicaciones en el área de educación matemática y presentaciones de comunicaciones en congresos nacionales e internacionales.

Rosana Gabriela Botta Gioda: Es Profesora en Matemática y Computación, egresada de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Actualmente se desempeña como docente en nivel Secundario y en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (Argentina). Desde 2001 es integrante de proyectos de investigación en el área de Educación Matemática.

Experiencias Áulicas para una Física Integradora

Dalibon, Eugenia L.^(1, a), Eggs, Nancy E.^(1,2,b), Vaca, Laura S.^(1,3,c)

Pertenencia Institucional:

1. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Concepción del Uruguay, E3264BTD Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina
2. Instituto San Vicente de Paúl D-88, E3260GTF, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina
3. Universidad Autónoma de Entre Ríos – Facultad de Ciencia y Tecnología, E3260FLG, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

(a) dalibone@frcu.utn.edu.ar, (b) nancyeggs@yahoo.com.ar, (c) laurasvaca@gmail.com

Eje temático: Estrategias didácticas mediadas por tecnologías en la enseñanza de las ciencias básicas

Resumen

El presente trabajo surge de la necesidad actual, de enseñar física a grupos con alumnos en proceso de integración, donde su enseñanza debería ser abordada desde distintas perspectivas, de modo que cada uno de los estudiantes logre apropiarse de los conceptos propuestos.

Los conceptos de Física pueden ser desarrollados utilizando diversas herramientas, ya sean situaciones problemáticas, experiencias reales o virtuales, y ejemplos de la vida cotidiana, entre otros. El desafío está en llegar a cada estudiante, sorprenderlo y captar su interés, considerando las capacidades individuales.

Trabajamos en un establecimiento público, de gestión privada con colaboración y apoyo de la diócesis de Gualeguaychú, cuyo Proyecto Educativo se basa en brindar educación, desde nivel inicial a secundario, a alumnos con capacidades diferentes, integrándolos a la educación formal del Sistema Educativo.

Con el objeto de brindar distintos enfoques, en vistas a desarrollar clases amenas, accesibles a todos los alumnos del grupo, con diferentes estrategias y niveles de dificultad, integrando a cada uno, se ha diseñado e implementado una propuesta didáctica haciendo uso de la experimentación (laboratorio real) y de tecnologías de información y comunicación (laboratorio virtual), orientadas a favorecer el aprendizaje significativo de algunos conceptos físicos.

La implementación de esta propuesta estuvo enfocada a promover espacios y condiciones propicias para el intercambio de significados entre los mismos estudiantes, donde el aprendizaje colaborativo actuó como una estrategia que permitió involucrar a los estudiantes en la construcción de conocimiento a través de la interacción con sus pares y desarrollar capacidades sociales necesarias para su desempeño comunitario, integrando de esta manera a todos los participantes en la actividad.

El monitoreo y la posterior evaluación de las secuencias didácticas llevadas a cabo, nos permiten arribar a la conclusión de que es posible, no solamente estar en el aula sino ser parte de las actividades que allí se desarrollan, siempre que se instrumenten las actividades adecuadas para enseñar física más allá de la diversidad de los estudiantes involucrados en el proceso.

Palabras claves enseñanza de la física, procesos de integración, aprendizaje colaborativo

Desarrollo del trabajo

Introducción

La necesidad de una sociedad inclusiva conlleva indefectiblemente a la de una escuela inclusiva, que no solo reciba, por acumulación, a todos los posibles sujetos de aprendizaje sino, por el contrario, que los integre, que los haga partícipes de todas las actividades implicadas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. La integración supone un proceso institucional proyectado en cada sujeto de aprendizaje, con la intervención de profesionales especializados que allanen las dificultades que puedan ponerse de manifiesto en dichos procesos, ya que las necesidades educativas especiales son muy complejas y demandan un trabajo de corresponsabilidad profesional, interinstitucional y dinámico entre la institución, equipos de apoyo externo y la familia.

Es imprescindible identificar y valorar las capacidades de todos los alumnos para la construcción del sentido de pertenencia y de autonomía, de apropiación de los valores de la convivencia y la participación activa en la comunidad educativa; todo ello es posible de lograr en los procesos de aprendizaje de todas las Áreas Curriculares, que favorecen la integración y ésta se refiere a la escolarización y da forma al proceso educativo. (Poder Ejecutivo. Provincia de Buenos Aires. 2003). La escuela inclusiva enseña a todos los estudiantes, según sus necesidades, atendiendo a las diferencias y garantizando la calidad de la educación. Sin embargo, la sola presencia no es suficiente para iniciar un nuevo camino educativo ya que más importante que el "estar" es el "ser" (Skliar, 2002).

La integración implica un nuevo abordaje del Proyecto Educativo Institucional, el Proyecto Curricular Institucional y los Proyectos Curriculares de aula, una organización escolar flexible, una planificación que considere la existencia de todos y cada uno de los sujetos educativos.

Es importante que los docentes apliquen y propongan herramientas de enseñanza que permitan enfrentarse a diversas situaciones que se presenten en el aula.

Para lograr una educación de calidad es necesario ajustar lo que se enseña a las capacidades de cada uno de los estudiantes y proporcionarle ayuda, para que desarrolle al máximo sus capacidades y pueda acreditar los contenidos correspondientes al nivel.

Para ello, hay que modificar la estructura de aprendizaje de las clases, cambiar la forma de enseñar, avanzando en el trabajo de la personalización de la enseñanza, la autonomía de los alumnos y el aprendizaje significativo y cooperativo.

En Física, tanto como en otras disciplinas, el gran desafío para el educador es atender y brindar las mejores condiciones en las diferentes temáticas, buscar estrategias que tengan en cuenta las necesidades de los alumnos, con el fin de lograr un acercamiento más significativo al conocimiento. El aprendizaje significativo, según la Teoría del Aprendizaje Significativo de David Ausubel, depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con los nuevos conceptos adquiridos. Cabe resaltar, que la identificación de preconcepciones, permite al educador enfocar su práctica pedagógica hacia las necesidades particulares de los integrantes del grupo y, en consecuencia, ajustar sus estrategias didácticas para que sean realmente pertinentes. (Ausubel, 2002).

La enseñanza de la física en la educación secundaria es un desafío en el que, además de la preocupación porque el alumno internalice los conceptos, redescubra leyes, transfiera los conocimientos a situaciones reales, se suman las emociones, que predisponen positiva o negativamente al aprendizaje. Investigaciones recientes dan cuenta que las emociones condicionan el proceso de aprendizaje y que el desarrollo de actividades, entre las que se destaca la experimentación, son causa de emociones positivas que favorecen el interés por el estudio de la física (Dávila Acevedo et al., 2016)

En este trabajo se presentan los resultados de una propuesta didáctica, que incluye la realización de experiencias tanto reales como virtuales, aplicada a cursos de nivel medio, que cuentan con alumnos en proceso de integración, con el objeto de lograr un aprendizaje significativo.

Metodología

Sobre una muestra de cuatro cursos con alumnos en proceso de integración, cuyos datos se presentan en la Tabla 1, se implementaron dos propuestas didácticas: una basada en experiencias de laboratorio real y otra utilizando recursos de NTics, como laboratorio virtual.

Tabla 7. Datos cursos de la muestra

Cursos	Nº total de alumnos	Nº de alumnos en proceso de integración
C1	24	2
C2	9	4
C3	24	2
C4	19	2

Se seleccionó una misma unidad temática para abordar en todos los cursos: Mecánica de los fluidos.

En primera instancia se seleccionaron seis experiencias de laboratorio real, a fin de que los alumnos, a partir de las mismas, observen, manipulen y redescubran los principios fundamentales de la hidrostática, las que se detallan en la sección Anexos.

Los alumnos se organizaron formando grupos de tres integrantes cada uno.

Se entregaron guías de trabajo y los materiales necesarios para llevar a cabo las experiencias. En esta instancia, los docentes actuaron como guías y los alumnos realizaron las experiencias propuestas, respondiendo a las consignas y discutiendo resultados a fin de elaborar conclusiones. Los resultados y conclusiones de las experiencias realizadas fueron presentados por cada grupo, en una puesta en común.

En el cierre de la clase, los conceptos fueron institucionalizados por los docentes.

En segunda instancia se seleccionaron seis experiencias virtuales, incluyendo applets, sitios interactivos y videos, a partir de los cuales fue posible revisar los conceptos abordados a través de las experiencias de laboratorio real, de forma que los mismos fueran reelaborados por los alumnos y aplicados a nuevas situaciones.

Se llevó a cabo la experimentación y elaboración de las respuestas a las consignas propuestas, de acuerdo a los requerimientos explicitados.

La presentación y discusión de los resultados de las experiencias virtuales estuvo a cargo de los integrantes de cada grupo, con la intervención de los docentes en los roles de moderadores y responsables de la institucionalización de los conceptos involucrados.

En ambas secuencias se propusieron guías de cuestiones para evaluar la comprensión de los conceptos, teniendo en cuenta que fuera accesible a todos los alumnos. Para ello, fue necesario alterar la nomenclatura estandarizada para magnitudes y unidades y la presentación de texto, debido a que los alumnos en proceso de integración sólo decodifican letra imprenta mayúscula.

En ambas secuencias, los alumnos elaboraron un informe por grupo y lo entregaron en la clase siguiente. Posteriormente, estos informes fueron evaluados por los docentes, utilizando una escala cualitativa de: regular, bueno, muy bueno y excelente. Se realizó una devolución de las correcciones de los informes por parte de los docentes.

Resultados y discusión

Pudo observarse que todos los alumnos participaron activamente en ambas secuencias didácticas, sin ponerse de manifiesto dificultad alguna de parte de los alumnos en procesos de integración, debido a la accesibilidad del material presentado. Se analizaron los resultados obtenidos de las respuestas a las cuestiones planteadas en las secuencias didácticas, de los laboratorios real y virtual, en cada uno de los cursos donde se llevaron a cabo las mismas, de acuerdo a lo detallado en la sección de metodología. Debido a que no hubo diferencias significativas en los resultados obtenidos en los diferentes cursos, se presentan dos gráficos, en la figura 1, que son representativos de lo mencionado en el párrafo anterior.

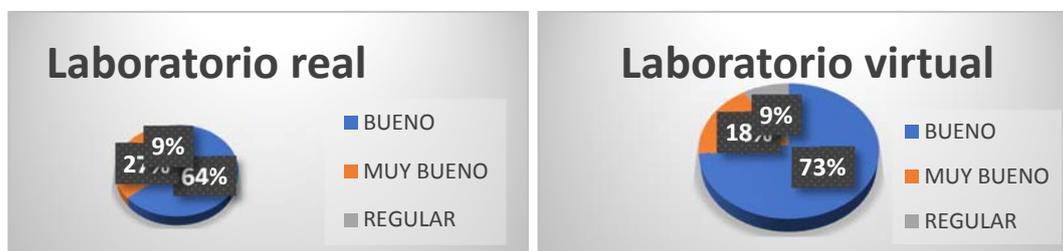


Figura 1. Gráficos de los resultados de laboratorio real y virtual

Como puede observarse, los resultados obtenidos han sido similares en ambas secuencias. Teniendo en cuenta que las opciones: bueno y muy bueno son valoradas como aprobadas, en ambas propuestas han tenido respuestas satisfactorias más del 80% del total de los alumnos. Considerando que son "respuestas satisfactorias" las que permitieron verificar que los alumnos han interpretado las consignas y comprendido los conceptos involucrados, aplicándolos en la elaboración de las respuestas y, de acuerdo al porcentaje obtenido, es posible inferir que los alumnos han logrado un aprendizaje significativo.

Evaluando los informes de los diferentes grupos, se puede deducir que, tanto la propuesta de experiencias reales como de las virtuales, han sido motivadoras y han permitido abordar a los conocimientos de física, por cada uno de los grupos, siendo accesibles para todos los alumnos por igual.

Si bien la tendencia actual es subrayar el uso de las NTics en la enseñanza de la física, en especial teniendo en cuenta su disponibilidad y escaso riesgo de manipulación de elementos, se pudo observar que, en nuestro caso, ambos recursos permitieron un aprendizaje significativo y colaborativo por parte de los estudiantes.

La realización de experiencias reales les permitió manipular elementos de la vida cotidiana y explicar fenómenos físicos, de manera sencilla y accesible.

Por otra parte, el uso de simulaciones y videos les mostró otra forma de estudiar los mismos fenómenos de esta ciencia, desde otra perspectiva.

Haciendo referencia a los reportes de la literatura disponible, se puede mencionar que, dependiendo de la situación, es viable utilizar diferentes recursos que permitan llevar a cabo diversas clases de experimentos. Las experiencias reales, brindan la posibilidad, a los alumnos, de estudiar el fenómeno mediante los sentidos, la observación directa y la manipulación de elementos de laboratorio, mientras que, las experiencias virtuales permiten mostrar un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados en que se puede presentar (Karol Yobany y Ubaque Brito, 2009)

Cabe destacar que en los grupos donde participaron alumnos en proceso de integración no se detectaron diferencias notables, tanto en el desarrollo como en la elaboración de informes. Además, participaron de la puesta en común, mostrándose motivados y entusiasmados con la propuesta. Los comentarios aportados por los alumnos en proceso de integración dieron cuenta de la comprensión de los conceptos abordados.

Puede indicarse que las propuestas presentadas resultaron adecuadas para lograr clases participativas y la construcción de los aprendizajes por parte de los alumnos, quienes se sienten más motivados si tienen experiencias que resolver (preparar experimentos, trabajar los contenidos) que si atienden a una clase expositiva, como meros espectadores.

La realización de predicciones y la verificación de hipótesis permiten construir colectivamente conceptos y la propuesta de un debate resulta muy constructiva para los alumnos, dado que en la defensa de sus posturas se ponen en juego actividades cognitivas que involucran procesos más complejos.

Con la modalidad de trabajo propuesta en ambas secuencias didácticas se favoreció el trabajo grupal colaborativo e intergrupalo sin dejar de fomentar la iniciativa e independencia de cada uno de ellos. Se generó un clima favorable para la alta participación del grupo, propiciando las relaciones horizontales entre los alumnos y con el docente.

Conclusiones y/o recomendaciones

El monitoreo y la posterior evaluación de las secuencias didácticas llevadas a cabo, nos permiten arribar a la conclusión de que es posible, no solamente estar en el aula sino ser parte de las actividades que allí se desarrollan, siempre que se instrumenten las actividades adecuadas para enseñar física más allá de la diversidad de los estudiantes involucrados en el proceso.

El aprendizaje colaborativo actuó como una estrategia que permitió involucrar a los estudiantes en la construcción de conocimiento a través de la interacción con sus pares y desarrollar capacidades sociales necesarias para su interacción comunitaria, integrando de esta manera a todos los participantes en la actividad.

La enseñanza a través de la experiencia, tanto real como virtual, favoreció el aprendizaje significativo de todos los alumnos, no encontrándose diferencias notables entre ambas propuestas.

Los alumnos en proceso de integración se involucraron activamente en ambas propuestas, evidenciando la comprensión de los conceptos.

Referencias

- Ausubel, David; Sanchez Barberan, Genis (2002): Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Barcelona. España. Ediciones Paidós Iberica.
- Consejo Federal de Educación. (2016): Resolución N° 311/16. Buenos Aires.
- Consejo General de Educación. (2011): Diseño curricular de educación secundaria 1/2011- tomo II.
- Consejo General de Educación. (2011): Resolución N° 1582/11. Paraná. Entre Ríos.
- Consejo General de Educación. (2013): Resolución N° 1550/13. Paraná. Entre Ríos.
- Dirección de Educación Primaria – Dirección de Educación Especial – Dirección de Educación Secundaria y Dirección de Educación de Gestión Privada. (2016): Circular conjunta N° 1/2016.
- Dávila Acevedo, María Antonia, Cañada Cañada, Florentina, Sánchez Martín, Jesús, Mellado Jiménez, Vicente. (2016) "Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante". Revista Educación Química, N° 27, p. 217 – 225.
- Duschatzky, Silvia; Aguirre, Elina (2013): "Des-armando escuelas".
- Poder Ejecutivo. Provincia de Buenos Aires. (2003): Resolución N° 2.543. La Plata.
- Pujolás, Pere (2002): "Enseñar juntos a alumnos diferentes. La atención a la diversidad y la calidad en educación". (Universidad de Vic). Zaragoza.
- Skliar, Carlos (2002): "¿Y si el otro no estuviera ahí? Notas para una pedagogía (improbable) de la diferencia". Buenos Aires, Miño y Dávila.
- Skliar, Carlos (2003): "La futilidad de la explicación, la lección de los poetas y los laberintos de una pedagogía pesimista. Notas acerca del Maestro Ignorante de Jacques Rancière". Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Colombia, vol. XV, N° 36, p. 69-82.
- Skliar, Carlos (2005): "Poner en tela de juicio la normalidad, no la anormalidad. Políticas y falta de políticas en relación con las diferencias en educación". Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, Vol. XVH, N° 41, pp. 11-22.
- Skliar, Carlos (2005): "Poner en tela de juicio la normalidad, no la anormalidad. Políticas y falta de políticas en relación con las diferencias en educación". Necesidades educativas especiales. Revista educación y pedagogía vol. XVII N° 41, p. 11-22.
- Skliar, Carlos (2010): "La cuestión (incuestionable) de la convivencia". Revista Educación y Pedagogía, vol. 22, núm. 56.
- Skliar, Carlos (2010): "Los sentidos implicados en el estar-juntos de la educación". Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, Vol. 22, N° 56, pp. 101-111.
- Ubaque Brito, Yobany, Karol (2009): "Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física", Revista Gondola, Vol4, N° 1, p. 35 – 40.

Sitios web de consulta

<http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/sistemaeducativo/educacionespecial/normativa/anexo1-2543-03.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=5rPEZhEObzI>

<http://www.walter-fendt.de/ph14e/hydrostpr.htm>

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/presion.swf>

<https://www.youtube.com/watch?v=RUSPa2gO3xc>

<http://www.educaplus.org/game/principio-de-arquimedes>

Anexos

Guía de experiencias

GUÍA DE TRABAJO EXPERIMENTAL

MECÁNICA DE LOS FLUIDOS: HIDROSTÁTICA

OBJETIVO: QUE EL ALUMNO LOGRE, A TRAVÉS DE LAS EXPERIENCIAS, APREHENDER LOS PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA HIDROSTÁTICA.

INTEGRANTES DE EQUIPO DE TRABAJO:

EXPERIENCIA N° 1

1. COLOQUE AGUA EN UN RECIPIENTE, SIN LLENARLO Y MARQUE CON GRAFITO EL NIVEL DE AGUA.
2. MOLDEE UNA PELOTITA CON UN SOBRE DE PLASTILINA Y COLÓQUELA EN EL AGUA, MARCANDO EL NUEVO NIVEL DE AGUA.
3. SAQUE LA PELOTITA DE PLASTILINA E INTENTE DARLE FORMA DE BOTE, HASTA LOGRAR QUE FLOTE.
4. OBSERVE EL NIVEL DE AGUA EN ESTE CASO Y COMPÁRELO CON LOS MARCADOS ANTERIORMENTE.
5. EXPLIQUE LO OBSERVADO, REALICE UN ESQUEMA Y ENUNCIE UNA CONCLUSIÓN.

EXPERIENCIA N° 2

1. TOME UN RECIPIENTE TRASPARENTE CON AGUA, Y COLOQUE EN ÉL UNA BOLITA DE VIDRIO, UN CORCHO, UN FRASCO PEQUEÑO DE VIDRIO O PLÁSTICO CERRADO CON AGUA EN SU INTERIOR.
2. ANOTE QUÉ OBSERVA EN CADA CASO.
3. EXPLIQUE LO OBSERVADO, REALICE UN ESQUEMA Y ENUNCIE UNA CONCLUSIÓN.

EXPERIENCIA N° 3

1. EN EL RECIPIENTE DEL PUNTO ANTERIOR, COLOQUE EL FRASQUITO, PERO CON DISTINTAS CANTIDADES DE AGUA.
2. OBSERVA Y COMPARA LO SUCEDIDO EN CADA CASO.
3. DE ACUERDO CON LA RELACIÓN ENTRE EL PESO Y EL EMPUJE,
 - a) SI LA DENSIDAD DEL CUERPO ES..... QUE LA DENSIDAD DEL FLUIDO, EL CUERPO SE HUNDE.
 - b) SI LA DENSIDAD DEL CUERPO ES.....QUE LA DENSIDAD DEL FLUIDO, EL CUERPO FLOTA DENTRO DEL AGUA.
 - c) SI LA DENSIDAD DEL CUERPO ES.....QUE LA DENSIDAD DEL FLUIDO, EL CUERPO FLOTA EN LA SUPERFICIE.

EXPERIENCIA N° 4

1. LLENE CON AGUA UNA BOTELLA DE PLÁSTICO CON ORIFICIOS EN SUS PAREDES (EN LÍNEA VERTICAL), CUBRIENDO LOS MISMOS CON UNA CINTA ADHESIVA.
2. DESTAPE LOS ORIFICIOS Y OBSERVE LA CAÍDA DE AGUA.
3. EXPLIQUE LO SUCEDIDO.
4. VUELVA A LLENARLA.
5. DESTAPE LOS ORIFICIOS Y SOPLE EN SU INTERIOR.
6. OBSERVE Y ANOTE LO SUCEDIDO; LUEGO, COMPÁRELO CON LO ESCRITO EN EL PUNTO Y REALICE UN ESQUEMA.

EXPERIENCIA N° 5

1. LLENE CON AGUA UNA BOTELLA DE PLÁSTICO CON ORIFICIOS EN SUS PAREDES.
2. DEJE ESCAPAR EL AGUA Y OBSERVE SU SALIDA EN LOS DIFERENTES ORIFICIOS.
3. ENUNCIE SU CONCLUSIÓN Y REALICE UN GRÁFICO.

EXPERIENCIA N° 6

1. LLENE UN VASO CON AGUA.
 2. COLOQUE SOBRE ÉL UN CARTÓN, TRATANDO DE QUE NO EXISTAN BURBUJAS.
 3. INVIERTA EL VASO.
- OBSERVE, EXPLIQUE LO QUE SUCEDE Y REALICE UN GRÁFICO.

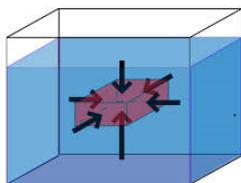
Guía NTics

GUÍA DE TRABAJO: **HIDROSTÁTICA**

OBJETIVO: QUE EL ALUMNO LOGRE, A TRAVÉS DE EXPERIENCIAS VIRTUALES, APREHENDER LOS PRINCIPIOS DE LA HIDROSTÁTICA.

INTEGRANTES DE EQUIPO DE TRABAJO:

PRESIÓN



INGRESA AL SIGUIENTE LINK

<http://www.walter-fendt.de/ph14e/hydrostpr.htm>

SELECCIONA DOS LÍQUIDOS DIFERENTES Y CALCULA LA PRESIÓN A UNA PROFUNDIDAD DE: 2 CM, 4 CM

SELECCIONA EL LÍQUIDO DESCONOCIDO Y CON EL VALOR DE LA PRESIÓN A LAS MISMAS PROFUNDIDADES CALCULA SU DENSIDAD.

INGRESA AL SIGUIENTE LINK

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/presion.swf>

REALIZA LA ACTIVIDAD PROPUESTA Y COMENTA LA EXPERIENCIA.

PRINCIPIO DE PASCAL

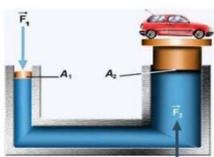


INGRESA AL SIGUIENTE LINK

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/presion.swf>

DE ACUERDO A LA EXPERIENCIA ENUNCIA EL PRINCIPIO DE PASCAL

APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE PASCAL. PRENSA HIDRAULICA



INGRESA AL SIGUIENTE LINK

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/presion.swf>

VERIFICAR CON LOS DATOS PROPUESTOS LA SIGUIENTE ECUACIÓN

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES. EMPUJE



EN BASE AL VIDEO PRESENTADO, DISPONIBLE EN EL SIGUIENTE LINK:

<https://www.youtube.com/watch?v=RUSPa2gO3xc>, INDICA CÓMO ES LA

RELACIÓN DE DENSIDADES PARA QUE EL CUERPO FLOTE O SE HUNDA.

INGRESA AL SIGUIENTE LINK

<http://www.educaplus.org/game/principio-de-arquimedes>

SELECCIONA UN VALOR DE DENSIDAD DEL LÍQUIDO DE 1 G/CM³ Y DE 0,2 G/CM³ PARA EL CUERPO.

¿QUÉ PORCENTAJE DEL CUERPO ESTÁ SUMERGIDO?

¿QUÉ OCURRE SI LA DENSIDAD DEL CUERPO ES DE 0,8 G/CM³ Y LA DEL LÍQUIDO SIGUE SIENDO LA MISMA?

EN AMBOS CASOS, ¿CÓMO SON LAS FUERZAS DE EMPUJE Y PESO?

Datos de los autores

Autor 1: Es Profesora de Matemática y Cosmografía; Profesora de Física; Licenciada en Ciencias Aplicadas y Doctora en Ciencia y Tecnología Mención Materiales. Actualmente es Profesor Adjunto Interino con dedicación exclusiva UTN - FRCU, Profesora en la cátedra de Física 1 FRCU, Investigadora del grupo GIS – FRCU, categoría IV Programa de Incentivos y D en la carrera de Investigador UTN.

Autor 2: Es profesora de Matemática y Cosmografía; Profesora de Física; Licenciada en Ciencias Aplicadas y Especialista en Ingeniería Ambiental. Actualmente se encuentra elaborando la tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental, integrando el grupo GICA de la UTN – FRCU, en un proyecto de investigación que realiza ensayos de adsorción de metales pesados con biomasa de la zona; posee categoría V Programa de Incentivos y E en la carrera de Investigador UTN. Es auxiliar de la cátedra Física I FRCU. Además, dicta clases de física en un Instituto de Educación Secundaria, con alumnos en proceso de integración.

Autor 3: Es profesora de Matemática y Cosmografía; Profesora de Física; Licenciada en Ciencias Aplicadas, doctorando del Doctorado en Ingeniería Mención Materiales. Actualmente es Profesor Adjunto Interino con dedicación exclusiva en UTN – FRCU, Profesora en la cátedra Física 1 FRCU, Profesor Titular Regular en la cátedra Mecánica del Profesorado en Física en UADER, Investigadora del grupo GIS - FRCU, categoría IV del Programa de Incentivos y D en la carrera de Investigador UTN.