

OBRAS COLECTIVAS

CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN 34



Enseñanza de las Ciencias

UAH

Daniel Meziat
Luis Bengochea
Gabriela Lorenzo
Ignacio Idoyaga
(Editores)

Enseñanza de las Ciencias

*Perspectiva Iberoamericana en
tiempos de aprendizaje virtual*

Obras Colectivas de Ciencias de la Educación 34

*Daniel Meziat
Luis Bengochea
Gabriela Lorenzo
Ignacio Idoyaga
(Editores)*



Universidad
de Alcalá



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO
de Educación Científica
para América Latina
y El Caribe
EDUCALYC



En el libro “**Enseñanza de las Ciencias - Perspectiva Iberoamericana en tiempos de aprendizaje virtual**” se recogen los trabajos mejor valorados entre los presentados en el sexto Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias (EnCiNa6), realizado de manera conjunta con las Jornadas preparatorias del Congreso Iberoamericano de Educación Científica (pre-CIEDUC). Está editado por Daniel Meziat, Luis Bengochea, Gabriela Lorenzo e Ignacio Idoyaga y se publica bajo *Licencia Creative Commons Reconocimiento – No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)*. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Editorial Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (España)

Enero 2022
ISBN: 978-84-18979-75-0

Edición digital

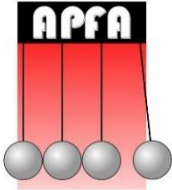
Imagen de la portada: *Gerd Altmann en Pixabay: “Network-3537389”*.
(Licencia: <https://pixabay.com/es/service/license/>).

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del encuentro.

Organización del Encuentro

Asociación de Profesores de Física de la Argentina

Es una asociación civil, científica, abierta y sin fines de lucro, fundada en 1981, que tiene como objetivos procurar que la educación de la física sea cada vez más significativa, promover la investigación en la enseñanza de la física, contribuir al perfeccionamiento profesional y el intercambio y comunicación entre personas e instituciones dedicadas a la enseñanza de la física, difundir novedades metodológicas, etc. Participa en la organización de EnCiNa “Encuentro de Enseñanza de las Ciencias Naturales”.



Universidad de Buenos Aires (Argentina)

La Universidad de Buenos Aires es una de las instituciones educativas más reconocidas de América Latina. Fundada en 1821, su modelo de gratuidad, excelencia académica y masividad hacen de la UBA una institución de enseñanza única en el mundo. Sus 13 facultades con más de 100 carreras de grado y casi 500 de posgrado, sus 6 colegios secundarios y sus más de 60 institutos de investigación constituyen una amplia oferta académica adaptada a los desafíos del siglo XXI. La UBA es libertad de pensamiento, espíritu crítico y compromiso social. Es excelencia académica y prestigio internacional con 200 años formando futuro.



Universidad de Alcalá (España)

Fue fundada en 1499 como avanzada en España de las corrientes renacentistas y humanistas de Europa. Durante los siglos XVI y XVII se convirtió en el gran centro de excelencia académica: en sus aulas enseñaron y estudiaron grandes maestros como Nebrija, Tomás de Villanueva, Ignacio de Loyola, Domingo de Soto, Juan de Mariana, Juan de la Cruz, Lope de Vega, Quevedo, etc. El prestigio de sus estudios, así como de sus maestros y sus constituciones fundacionales, sirvieron como modelo sobre el que se constituyeron las nuevas Universidades en América. En la actualidad es una Universidad moderna de tamaño medio con un Parque Científico y Tecnológico e importantes líneas de investigación, que la convierten en un elemento dinamizador de la actividad en la región y de gran proyección internacional. En 1998 fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO



Cátedra Unesco de Educación Científica para América Latina y El Caribe

La Educación Científica es hoy en día reconocida, como elemento clave para formar una moderna ciudadanía, con capacidad crítica para la valoración y apropiación social de la ciencia y la tecnología. La Cátedra Unesco, con su red de Universidades aliadas, ha venido propiciando y organizando, durante los últimos veinte años, seminarios, talleres y congresos Iberoamericanos en Argentina, Bolivia, Chile, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Nicaragua, Perú y Uruguay, para el intercambio de experiencias de investigación e innovación pedagógica, didáctica y tecnológica, en el ámbito de la educación científica, entre docentes e investigadores de la comunidad iberoamericana de naciones.



Universidades colaboradoras



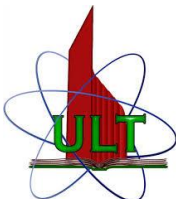
Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)



Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)



Universidad de La Serena (Chile)



Universidad de Las Tunas (Cuba)



Universidad de San Carlos (Guatemala)



Universidad Nacional Autónoma Nicaragua-León



Universidad Ricardo Palma (Perú)



Consejo de Formación en Educación

Consejo de Formación en Educación (Uruguay)

Comité Evaluador

Ricardo Addad, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Sandra Ansise, Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Irene Arriassecq, Universidad Nacional del Centro (Argentina)
Luis Bengochea, Universidad de Alcalá (España)
Bettina Bravo, Universidad Nacional del Centro (Argentina)
Flor Budia, Universidad Politécnica de Madrid (España)
Laura Buteler, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Fernando Cajas, Universidad de San Carlos (Guatemala)
Amelia Calonge Garcia, Universidad de Alcalá (España)
Vicente Capuano, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Sonia Beatriz Concari, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
María Domínguez, Universidad Nacional del Centro (Argentina)
María Isabel Duglio Leman, Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Consuelo Escudero, Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Julio Ricardo Estefan, Universidad Nacional de Tucumán (Argentina)
Juan Farina, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
Andrea S. Farré, Universidad Nacional de Río Negro (Argentina)
Patricia Fernandez, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Arántzazu Fraile Rey, Universidad de Alcalá (España)
Myriam Ruth Freitas Correa, Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Leticia García, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Margarita Garcia Astete, Universidad de La Serena (Chile)
Norah Silvana Giacosa, Universidad Nacional de Moreno (Argentina)
Edgardo Alejandro Gutiérrez, Asociación de Profesores de Física (Argentina)
José Gutiérrez Berraondo, Escuela de Ingeniería dual (España)
José-Antonio Gutiérrez-De-Mesa, Universidad de Alcalá (España)
Elena Hoyos, Universidad Nacional de Salta (Argentina)
Ignacio Idoyaga, Universidad Nacional de Buenos Aires (Argentina)
Alberto Jardon, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Alberto Lastra, Universidad de Alcalá (España)
María Gabriela Lorenzo, Universidad Nacional de Buenos Aires (Argentina)
José L. Marcos Lorenzo, Universidad de Alcalá (España)
Marta Beatriz Massa, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Marina Silvia Masullo, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Carla Maturano, Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Claudia Alejandra Mazzitelli, Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
María Cecilia Medaura, Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Daniel Meziat, Universidad de Alcalá (España)
Beatriz Milicic, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Verónica Molfino, Consejo de Formación en Educación (Uruguay)
Gemma Montalvo García, Universidad de Alcalá (España)
Lucrecia Moro, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
Novillo Bravo Nelson Efen, Instituto Tecnológico Superior "Minero del Sur" (Perú)
Maricel Occelli, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

Cristina Ochoviet, Universidad de la República (Uruguay)
Salvador Oton, Universidad de Alcalá (España)
Jaime Oyarzo, Universidad de Alcalá (España)
María Andrea Perea, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
María Cecilia Pocovi, Universidad Nacional de Sur (Argentina)
Teresa Quintero, Universidad Nacional de Río Cuarto (Argentina)
Andrés Raviolo, Universidad Nacional de Río Negro (Argentina)
Ana María Jorgelina Repetto, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Alejandra Rosolio, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Jorge Alberto Rubinstein, Universidad Nacional de Gral. San Martín (Argentina)
Silvia Agustina Sosa, Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Carmen Del Pilar Suárez Rodríguez, Univ. Autónoma de San Luis Potosí (México)
Rosa Nidia Tuay Sigua, Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)
Nora Valeiras, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Graciela Valente, Universidad Nacional de Cuyo (Argentina)
Ana María Von Chrismar, Universidad Austral de Chile (Chile)
Marta Susana Yanitelli, Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
Erica Zorrilla, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

Prólogo

Daniel Meziat Luna

La Educación Científica es hoy en día reconocida como elemento clave para formar una moderna ciudadanía, con capacidad crítica para la valoración y apropiación social de la Ciencia y la Tecnología, contribuyendo a la toma de decisiones lo más acertadas posibles en el plano personal y social, en una sociedad basada en el conocimiento.

La Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y el Caribe (EDUCALYC) de la Universidad de Alcalá y su red de Universidades aliadas, han venido propiciando y organizando, durante los últimos veintitrés años, seminarios, talleres y congresos Iberoamericanos en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, Nicaragua, Perú y Uruguay, para el intercambio de experiencias de investigación e innovación pedagógica, didáctica y tecnológica, en el ámbito de la Educación Científica, entre docentes e investigadores de la Comunidad Iberoamericana de naciones.

Para el año 2021, la Cátedra UNESCO EDUCALYC había previsto la celebración del XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica (CIEDUC2021), durante el mes de abril, en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, contando con la organización local de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Sin embargo, la situación de la pandemia “COVID-19”, aconsejó tomar la decisión de posponer su celebración hasta 2022, con el fin de intentar mantener la actividad presencial del congreso.

Posteriormente, la cátedra EDUCALYC, aceptó la invitación de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA), que junto Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina (ADEQRA) y CIAEC organizaban el Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias, (EnCiNa6) durante los días 22 al 25 de junio de 2021, para realizar, conjuntamente, unas jornadas virtuales que se denominaron EnCiNa6 – Jornadas preCIEDUC (<https://encina.apfa.org.ar>), por considerar que servirían como Jornadas preparatorias para el XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica, que mantendría su celebración en la misma ciudad y con la misma organización, en 2022.

Dichas jornadas, que se celebraron de forma virtual y gratuita, con más de 1700 inscritos y 450 trabajos aceptados, se estructuró en 5 salas virtuales, correspondientes a las actividades que se desarrollaron en cada una. La denominada “Encuentro General (Sala 0)”, que abordó todos los temas relacionados con la Educación en Ciencia y Tecnología en tiempos de pandemia, y las correspondientes a los 4 simposios siguientes:

- Simposio de Enseñanza de la Farmacia y la Bioquímica (Sala 1)
- Simposio de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra y del Ambiente (Sala 2)
- Simposio de Educación STEAM (Sala 3)
- Simposio de comunicación pública de la Ciencia y la Tecnología (Sala 4)

En cada una de las salas se presentaron una serie de conferencias invitadas y los trabajos aceptados de los participantes, que podían corresponder a trabajos de

investigación o a experiencias de aula. A todos ellos se le invitó a escribir un artículo, de hasta 10 páginas, con un formato establecido, para que los seleccionados, en una posterior evaluación, fueran publicados en un libro (con ISBN) editado por la Universidad de Alcalá, España.

Finalizado todo este proceso, se edita el presente libro, que hemos titulado “Enseñanza de las Ciencias: Perspectiva Iberoamericana en tiempos de aprendizaje virtual”, que contiene 55 artículos y que está estructurado en tres secciones: Conferencias invitadas, Trabajos de investigación y Experiencias de aula.

Es necesario mostrar el agradecimiento a todos los que hicieron posible el encuentro EnCiNa6 – Jornadas preCIEDUC, que ha sido el origen de los artículos que se incluyen en la presente publicación.

En primer lugar, a los autores de las ponencias presentadas y a los expertos que aceptaron las invitaciones de la organización para participar en las Conferencias Invitadas. También, un agradecimiento especial a los miembros del Comité Científico, por su actividad de revisión de los trabajos presentados.

Por otra parte, hay que dar las gracias a todos los que han participado en la organización del encuentro. Para que pueda llevarse a cabo un evento de esta envergadura es necesaria implicación de una serie de instituciones y la participación de muchas personas, desde las autoridades a las personas que facilitan los distintos medios.

En esta ocasión las instituciones implicadas, más directamente, han sido la Universidad de Buenos Aires, a través de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, las asociaciones APFA, ADEQRA y CIAEC y la propia cátedra UNESCO EDUCALYC. En el amplio grupo de personas que han colaborado hay que destacar el esfuerzo de la Dra. Gabriela Lorenzo y el Dr. Ignacio J. Idoyaga, ambos de la Universidad de Buenos Aires, que han coordinado al comité organizador local y al Dr. Luis Bengochea, de la Universidad de Alcalá, que ha realizado una colaboración permanente con ellos, para conseguir que el Encuentro fuera una realidad.

Sólo queda desear que esta publicación sea de utilidad para los profesores e investigadores que trabajan en el ámbito de la Educación Científica y que en 2022 podamos realizar, por fin, un encuentro presencial para celebrar CIEDUC2022.

Alcalá de Henares, febrero de 2022

Daniel Meziat Luna
Director de la Cátedra UNESCO EDUCALYC
Universidad de Alcalá, España

Índice de Contenidos

Prólogo

<i>Daniel Meziat Luna, Universidad de Alcalá (España)</i>	8
---	---

Conferencias invitadas

Retos de las Ciencias de la Tierra en el siglo XXI <i>Amelia Calonge</i>	15
Docencia en Farmacia durante el periodo de pandemia de COVID 19 <i>M Victorina Aguilar</i>	25
de agua va! <i>Irene De Bustamante</i>	35
Enseñanza remota de emergencia VS enseñanza online <i>Jaime Oyarzo</i>	45

Trabajos de Investigación

El desafío de enseñar a representar estereofórmulas en la virtualidad <i>Ayelén Crespi and Juan Lázaro-Martínez</i>	56
O ensino das estações do ano para alunos não videntes <i>Maria Milena Tegon Figueira y Roberta Chiesa Bartelmebs</i>	63
Evaluación de calidad aplicada a los materiales educativos multimedia <i>Marcela Cristina Montero</i>	72
Análisis de la multimodalidad en textos escolares de Química <i>María José Flores, Carina Rudolph y Carla Maturano</i>	82
La demostración matemática en los números enteros para futuros profesores <i>Susana De Toma and Mariana Pérez</i>	92
Descripción de estrategias de aprendizaje en estudiantes ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata <i>Tatiana Pujol-Cols, Leonardo Funes y Mauro Chaparro</i>	102

Un virus, un vector y cinco secuencias didácticas <i>Miguel Martín Mancini, Valeria Ortiz y Priscila Ariadna Biber</i>	109
La enseñanza de posgrado en entornos virtuales <i>Marisa Repetto, Virginia Basilio, Silvina Reimondez y Gabriela Berg</i>	117
Tendencias de investigaciones educativas entre 2016 - 2021 realizadas en la escuela secundaria sobre el tópico Ecosistemas <i>Lucy Margoth Ortiz Cáceres y Henry Giovany Cabrera</i>	124
El vídeo como recurso formativo en futuros profesores de matemática@José Campos, Carolina Vivera, Nadia Nuñez y Florencia Brummer	134
Ambientes de clase, discurso multimodal y producción de argumentos científicos <i>Hector Pedrol, Lucia Iuliani, Adriana Calderaro y Franco Ortiz</i>	144
Modelos didácticos no ensino de ciências em uma escola pública <i>Maria Ednilza Silvério de Almeida, Artemizia Ribeiro Lima Costa, Albino Oliveira Nunes y Albano Oliveira Nunes</i>	154
Implementación de Realidad Aumentada para la educación de la Química Orgánica <i>Mario Fernando Bustillo López, Liliana Ferrer, Silvina Videla, Gabriela Ohanian y Sergio Vardaro</i>	163
El desempeño de estudiantes de Ingeniería Civil, de la FCEIA, en 2019 y en 2020 <i>Verónica Magdaena Relling, María Eugenia Disetti, Cristina Susana Rodríguez y Lautaro Bosco</i>	173
Modelos y Modelización. Procesos reflexivos en la formación de profesores <i>Juan Ferrante, María Basilisa García y Agustín Adúriz-Bravo</i>	183
Las prácticas de evaluación en los espacios de coenseñanza de docentes de ciencias naturales <i>Patricia Kuzma, Elisa Piani y Rosana Serra</i>	191
Representaciones sociales sobre química de estudiantes privados de libertad <i>Carina Fornal y Germán Sánchez</i>	201
La educación sexual integral en el profesorado universitario de biología <i>Maria Fernanda Pagura y Ana Cristina Santos Duarte</i>	208
Análisis de las representaciones visuales de genética en libros de texto <i>Michelle Marilyn Alvarez, Ignacio Idoyaga y María Gabriela Lorenzo</i>	218

Experiencias de Aula

Aprendizaje formativo en la virtualidad: cómo enseñar el metabolismo vegetal <i>Liliana Pena y Susana Gallego</i>	228
Experiencia de acompañamiento de la escritura de explicaciones tecnológicas <i>Daniela Quiroga, Carina Rudolph y Carla Maturano</i>	235

Estrategia de gestión del empleo de recursos virtuales en Ingeniería Biomédica durante el período pandémico <i>Angel Regueiro-Gómez, Carmen Brígida Busoch-Morlán and Carmenchu Regueiro-Busoch</i>	244
La práctica interdisciplinaria en la enseñanza del campo ambiental: experiencia en UNAHUR <i>Lucia Gimenez y Leandro Facal</i>	251
Projeto Didático como metodologia de Ensino e Aprendizagem <i>Anelise De Luca y Sandra Aparecida dos Santos</i>	260
Enseñar Química General en Ingenierías en tiempos de pandemia <i>María Cecilia Panigatti, Carina Griffa, Rosana Boglione, Laura Alegre, Germán Pergasere y Gonzalo Gutierrez</i>	267
Una experiencia de formación ambiental de posgrado a distancia <i>María Susana Fortunato, Ana Julieta González, Sabina Baroni, Luciana Grifes Paisan, Susana Lilian Rossi, Alfredo Gallego y Sonia Edith Korol</i>	275
Taller de Enseñanza de la Física en contexto de ASPO <i>Pablo Pesco, Guillermo Villate, Sebastián Cabrera y Laura Triviño</i>	285
La pandemia como oportunidad y como experiencia de formación universitaria <i>Melisa Laura Montalto, Ana Virginia Osella, Mariela Valentín y Carina Gerlero</i>	294
Evaluación como regulación del aprendizaje de la química en tiempo de pandemia. <i>Luis-Miguel Trejo y Celia Sánchez Mendoza</i>	301
Entramado didáctico en secuencias de nivel inicial: dengue como problemática socioambiental <i>Ayelen Desiree Rossetto y Priscila Ariadna Biber</i>	311
Nuevos aportes de la virtualidad a las prácticas de enseñanza en química de los alimentos <i>Estela Motta, Florencia Fangio, Miriam Iurlina, Alicia Robles y Liesel Gende</i>	318
Estrategia Virtual PLTL: Apropiación, Desarrollo, y Aplicación de Conceptos Matemáticos <i>Jorge Ortiz, Loyda B. Méndez y Carmen Peraza-González</i>	328
Física en juego: una secuencia didáctica experimental para nivel primario <i>Valeria Edelsztein y Maia Buligovich</i>	338
Textos de divulgación científica como herramientas para la alfabetización científica@Adriana Fernández Souto y Adrián Minzi	347
El dengue como problemática socioambiental: análisis de secuencias didácticas de nivel primario en Córdoba <i>Ana Paula Yael Paez y Priscila Ariadna Biber</i>	356
Evaluar y desarrollar competencias en pandemia: los memes como estrategia <i>Javier Eduardo Viau y Maria Alejandra Tintori Ferrreira</i>	364

¿Cómo enseñar a ingresantes de veterinaria en contexto de pandemia? <i>Gimena Gomez Castro, Francisco Acuña, Betiana Alvarez, Luca Di Cesare, Rocío Hernandez, Victoria Torres y Norma González</i>	371
La evaluación en la opinión de docentes y futuros docentes <i>Laura Morales, Claudia Mazzitelli y Erica Zorrilla</i>	381
Pedalar na cidade: ensino e formação inicial docente <i>Wagner Duarte Jose y Helma Pio Mororó José</i>	389
Problematizando contenidos en la virtualidad en formación docente en física <i>Ernesto Cyrulies</i>	399
Construir el concepto de sustancia vía el modelo corpuscular <i>Alejandro López Álvarez y Luis-Miguel Trejo-Candelas</i>	409
Desarrollo de acciones geológicas inclusivas: PISE Colegio Altamira, Santiago, Chile <i>María Fernanda Miras, Natalia Astudillo-Leyton y Camilo Sánchez</i>	419
La enseñanza de la química y la biología en tiempos de pandemia <i>Miguel Angel Martínez Parra y Jeniffer Adriana Chalarca Betancur</i>	429
“Aprendijuegos”: una actividad lúdica como cierre de la unidad temática <i>Noelia Melian y Lucrecia Curto</i>	438
De experiencia práctica con péndulo a autoevaluación virtual en pandemia <i>María Julieta Salazar y Juan Cruz Bigliani</i>	444
Interpretación de gráficas del movimiento circular en ingeniería <i>Guillermina Avila García, Liliana Suárez Téllez y Fabiola Escobar Moreno</i>	453
Integrando contenidos en una evaluación formativa <i>Sabina Baroni, Natalia Marina Gorino, Ana Julieta González, María Susana Fortunato, Luciana Grifes Paisan, Susana Lilian Rossi, Sonia Edith Korol y Alfredo Gallego</i>	460
Enseñanza Aplicada de Ecuaciones Diferenciales en Población de Plagas <i>Pedro Jose Salim Rosales, Deborah Maria del Carmen Turraca, Maria Luz Quiroga, Silvia Ines Navarro y Gustavo Adolfo Juarez</i>	470
Alfabetização científica em tempos de fakenews <i>Antony Jeová Teixeira da Silva, Jessica Danielly Silva, Natália Thatianne Duarte dos Santos, Taynara Tavares de Souza y Anne Gabriella Dias Santos</i>	478
Laboratorios remotos para recuperar la actividad experimental <i>Josué Dionofrio, María Florencia Lopez, Fernando Capuya, César Nahuel Moya, Jorge Maeyoshimoto y Ignacio Idoyaga</i>	488
Multidisciplinariedad en ciencias: modelado matemático en entorno virtual <i>Consuelo Escudero y Paola Baiutti</i>	496

Conferencias Invitadas

Retos de las Ciencias de La Tierra en el siglo XXI

Amelia Calonge García¹

¹Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. UAH
a.calonge@uah.es

Resumen. Este trabajo describe qué se entiende por una persona alfabetizada en Ciencias de la Tierra y que conocimientos básicos debería poseer todo estudiante al finalizar la enseñanza obligatoria, de forma que pueda disponer de una idea global sobre cómo funciona el planeta donde vive. Para ello se analiza en primer lugar el documento "Alfabetización en Ciencias de la Tierra" y, a continuación, se explican algunas cuestiones básicas tales como qué métodos de enseñanza son más efectivos, cómo divulgar Ciencias de la Tierra y cómo sacarle el mayor partido a esta divulgación. De esta forma se pretende reconducir el desconocimiento generalizado sobre esta disciplina (qué es y para qué sirve) en base a algunas recomendaciones para impulsar las Ciencias de la Tierra.

Palabras clave: Alfabetización en Ciencias de la Tierra. Promoción de las Ciencias de la Tierra. Consideraciones finales y recomendaciones.

1. Introducción

Las Ciencias de la Tierra forman un grupo de campos de conocimiento alrededor de las Ciencias Geológicas o Geología, en un abanico que pone en contacto la Geología y todos los campos de la investigación. Para entender la importancia de las Ciencias de la Tierra merece la pena profundizar en aspectos tales como:

- Su relevancia en algunos de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad.
- Su importancia en el pensamiento, el conocimiento y las investigaciones modernas.
- Su repercusión en la toma de decisiones por parte de los ciudadanos del siglo XXI.

Con la vista puesta en estas cuestiones insistimos en la importancia de una alfabetización geológica básica. Una sociedad que se interese por la Geología, y reconozca la contribución de esta ciencia en el desarrollo de su cultura, es necesaria para establecer los niveles de alfabetización geo-científica deseables.

2. ¿Qué es la Geología y para qué sirve?

La Geología es la ciencia que estudia nuestro planeta, la Tierra [1], es decir: (1) nos ayuda a entender cómo se formó y su dinámica. (2) Permite deducir su edad y definir el marco temporal en el que se ha producido la historia de la Tierra (más de 4.500 millones de años). (3) El conocimiento sobre su pasado nos ayuda a entender el presente y nos permite hacer predicciones fundadas acerca del futuro. (4) La Tierra en un

“planeta vivo”, que durante su historia ha sufrido uniones y divisiones continentales, cambios climáticos, extinciones y apariciones de especies. Un planeta dónde continuamente se producen fenómenos naturales como terremotos, tsunamis, actividad volcánica, inundaciones, desprendimientos, etc., que modifican nuestra vida.

Hace tiempo que la Geología dejó de ser eminentemente descriptiva para ir enriqueciéndose con teorías explicativas y, en las últimas décadas, ha experimentado un desarrollo vertiginoso incorporando componentes cuantitativos que han incrementado su capacidad predictiva. Todo ello ha hecho que las Ciencias Geológicas resulten imprescindibles para dar respuesta a muchas de las preguntas y demandas que se plantea la sociedad del siglo XXI.

Sin embargo, el sistema educativo español propone unos conocimientos geológicos escasos y desestructurados, incapaces de procurar en quien los posee una alfabetización en estas ciencias. El término “alfabetización” tiene aquí un significado análogo al que se le da desde la perspectiva lingüística, que no considera alfabetizada a una persona solo porque identifique y reproduzca las letras del abecedario, sino que se espera de ella, que sea capaz de comprender un texto o expresar por escrito una idea. Así, una persona alfabetizada en Ciencias de la Tierra debe alcanzar los siguientes objetivos:

- Tener una visión de conjunto acerca de cómo funciona la Tierra y saber utilizar ese conocimiento básico para explicar, por ejemplo, la distribución de volcanes y terremotos, o los rasgos más generales del relieve, o para entender algunas de las causas que pueden generar cambios globales en el planeta.
- Disponer de cierta perspectiva temporal sobre los profundos cambios que han afectado a nuestro planeta en el pasado y a los organismos que lo han poblado, de manera que le proporcione una mejor interpretación del presente.
- Entender algunas de las principales interacciones entre la humanidad y el planeta, los riesgos naturales que pueden afectarle, su dependencia para la obtención de los recursos o la necesidad de favorecer un uso sostenible de ellos.
- Ser capaz de buscar y seleccionar información relevante sobre algunos de los procesos que afectan a la Tierra, formular preguntas pertinentes sobre ellos, valorar si determinadas evidencias apoyan o no una conclusión, etc.
- Saber utilizar los principios geológicos básicos y los procedimientos más elementales y usuales de la Geología, y valorar su importancia para la construcción del conocimiento científico sobre la Tierra.

3. Reto 1º: Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Qué enseñar?

De acuerdo con Cortés y Martínez [2] se hace necesaria una secuenciación de contenidos desde la etapa de Primaria a Bachillerato. Parte de esta secuenciación se llevó a cabo por la Comisión que se constituyó en 2011 con el objeto de revisar los contenidos curriculares de las Ciencias de la Tierra en la enseñanza obligatoria y definir el "Marco de Principios de Alfabetización Geocientífica":

- Que incluya los conocimientos que debe tener todo ciudadano y, por tanto, lo que debe saberse al finalizar la enseñanza obligatoria.
- Que aborde los conocimientos esenciales de las Ciencias de la Tierra, y no solo los de Geología.

- Que recoja los conocimientos básicos sobre el funcionamiento de la Tierra como sistema y que incluya la relación de las Ciencias de la Tierra con la sociedad.

Tras un año de trabajo esta comisión redactó el documento “Alfabetización en Ciencias de la Tierra: propuesta curricular” [3] que participa de esa perspectiva alfabetizadora y sintetiza el conocimiento fundamental que todo ciudadano debería tener sobre la Tierra y su funcionamiento, concretándolo en 10 ideas clave. Estas ideas deberían ser el punto de partida desde el que la Administraciones educativas se planteen una secuenciación adecuada de contenidos geológicos desde los niveles de Primaria hasta Bachillerato. Las ideas clave propuestas son:

- Idea clave 1. La Tierra es un sistema complejo en el que interaccionan las rocas, el agua, el aire y la vida.
- Idea clave 2. El origen de la Tierra va unido al del Sistema Solar y su larga historia está registrada en los materiales que la componen.
- Idea clave 3. Los materiales de la Tierra se originan y modifican de forma continua.
- Idea clave 4. El agua y el aire hacen de la Tierra un planeta especial.
- Idea clave 5. La vida evoluciona e interacciona con la Tierra modificándose mutuamente.
- Idea clave 6. La tectónica de placas es una teoría global e integradora de la Tierra.
- Idea clave 7. Los procesos geológicos externos transforman la superficie terrestre.
- Idea clave 8. La humanidad depende del planeta Tierra para la obtención de sus recursos y debe hacerlo de forma sostenible.
- Idea clave 9. Algunos procesos naturales implican riesgos para la humanidad.
- Idea clave 10. Los científicos interpretan y explican el funcionamiento de la Tierra basándose en observaciones repetibles y en ideas verificables.

Cada una de ellas se estructura en distintas subideas que se fundamentan en la visión moderna del conocimiento geológico y su aplicabilidad para la resolución de problemas globales y locales. A continuación, se destacan algunas por su relevancia.

- El clima es un ejemplo de cómo las interacciones complejas entre los subsistemas terrestres pueden ocasionar cambios impredecibles y significativos (subidea 1.7). El cambio climático es un tema de actualidad que evidencia uno de los grandes retos a los que se enfrenta la sociedad del siglo XXI. El ascenso de la temperatura producida por el cambio climático ha provocado una prolongación del verano; un aumento de las noches tórridas, de los días con ola de calor, del nivel medio del mar y de su temperatura, así como de la acidificación de las aguas marinas. Además se ha observado una disminución de las precipitaciones, de los caudales medios de los ríos y un retroceso de los glaciares. Los nuevos escenarios indican que las condiciones climáticas serán más extremas, con un mayor número de precipitaciones y periodos de sequías más largos. Estas condiciones repercutirán en algunos desastres, tales como los movimientos del terreno o las inundaciones.
- La Tierra es un planeta singular debido a la presencia de agua (subidea 4.2). El agua es fundamental para los seres vivos, pero no en todos los lugares hay agua superficial accesible. La búsqueda del agua y la realización de pozos es una constante a lo largo de la historia de la humanidad.
- La Tierra es nuestro hogar, de ella obtenemos todos los recursos que utilizamos y a ella devolvemos los residuos generados (subidea 8.1). La relación de la humanidad con el uso de materiales (minerales y rocas) es tan antigua como la

propia humanidad. Abarca desde la búsqueda de sal necesaria para el hombre y el ganado hasta más recientemente el carbón, petróleo y todas las minerías, incluidos los minerales radioactivos. Actualmente los utilizamos en construcción, para edificar grandes infraestructuras, vías, puentes, túneles, como componentes de algunas medicinas, en joyería, alimentación, etc.

- Los recursos naturales geológicos son limitados (subidea 8.3). Todos estos recursos no son renovables. A pesar de ello consumimos hoy en día aproximadamente 1.000 barriles de petróleo cada segundo. A este paso vamos a hacer cierto el Proverbio saudita que dice: “Mi padre cabalgaba en camello, yo voy en auto, mi hijo pilota un avión. Su hijo cabalgará en camello”.
- Las personas no pueden eliminar los procesos naturales peligrosos, pero sí adoptar decisiones que reduzcan el riesgo (subidea 9.6). Casi todas las zonas del Planeta están expuestas a uno o varios fenómenos naturales (Fig. 1). Las Ciencias de la Tierra permiten valorar muchos de los riesgos a los que estamos sometidos, así como los impactos de las actividades humanas sobre la Geosfera.
- Una sociedad alfabetizada en Ciencias de la Tierra es esencial para reducir drásticamente los riesgos naturales (subidea 9.7). Muchas de las víctimas que se producen a causa de los riesgos naturales son debidas al hecho de no poder reaccionar a tiempo frente a la catástrofe. La capacidad de conservar la calma y, fundamentalmente, algunos conocimientos sobre riesgos naturales y medidas de autoprotección pueden salvar vidas en situación de peligro.

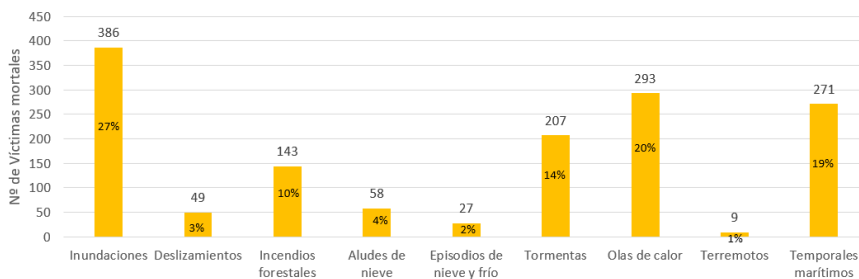


Fig. 1. Impacto de los riesgos geológicos en España (1995-2019). Base de Datos Nacional de fallecidos por riesgos naturales de la DGPCE. <https://datos.gob.es/en/catalogo/e00003801-proteccion-civil-y-emergencias-fallecidos-por-desastres-naturales-en-espana>

En definitiva, cualquier Sistema Educativo debería garantizar que el alumnado concluya su etapa de formación obligatoria con una visión clara del funcionamiento del planeta y de la perspectiva temporal que ofrecen las Ciencias de la Tierra para abordar, entre otros, temas de tanta relevancia como: (1) la procedencia y dependencia de los recursos geológicos (minerales, rocas, agua, suelos, hidrocarburos,...); (2) los factores influyentes, evidencias y efectos del cambio climático y el calentamiento atmosférico. (3) la potencial afectación de los riesgos naturales (terremotos, erupciones volcánicas, tsunamis, inundaciones, inestabilidades gravitatorias,...); (4) la necesidad de conocer y preservar el patrimonio geológico como testigo de los procesos que han configurado el planeta y de la evolución de la Vida en el pasado. (5) el papel del medio físico en el equilibrio ecológico en el contexto de la sostenibilidad ambiental y la gestión

responsable del territorio y los recursos naturales; y (6) el reconocimiento de las labores desarrolladas por los profesionales de esta disciplina en múltiples parcelas de la actividad económica y la vida cotidiana.

4. Reto 2º: Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Cómo enseñar?

De nada sirven la anterior propuesta si no comprendemos que cambiar la forma de enseñar Ciencias de la Tierra debe tener un impacto en los métodos aplicados para su enseñanza [4]. Así el reto de enseñar en el siglo XXI parte de un cambio didáctico desde métodos de enseñanza tradicionales, fundamentalmente transmisión de contenidos y aprendizaje memorístico, hacía nuevas fórmulas de enseñar. En el caso particular de las Ciencias de la Tierra se hace necesario un proceso de formación que favorezca la participación activa de las personas en la sociedad, preparándolas para la toma de decisiones fundamentadas que les permitan aportar soluciones a los retos científico-tecnológicos del momento. De entre las numerosas posibilidades se describirán aquellas que en experiencia de la autora arrojan mejores resultados:

En primer lugar, la **Educación STEM** (Science, Technology, Engineering and Mathematics) cuya enseñanza se articula a través de la resolución de problemas del mundo real, supone la integración de las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en sus múltiples formas. En los últimos años se pretende incluir en este paradigma a las Artes, tanto plásticas como visuales y musical, denominándose así STEAM. El objetivo es hacer un conocimiento aún más completo y complementario, logrando de ese modo que las Ciencias y las Artes sean elementos motivadores para los estudiantes y contribuir a la disminución de la brecha de género existente entre diferentes carreras académicas.

Con el hilo conductor de la Educación STEM la **Gamificación** consiste en emplear la psicología del juego, sus mecánicas y dinámicas, en entornos no lúdicos tales como el aula o el laboratorio. Este método propone convertir el proceso de enseñanza - aprendizaje en un juego que combina retos y diversión al tiempo que motiva al alumnado y favorece aprendizajes significativos [5]. En nuestro caso se han gamificado algunas prácticas de laboratorio de los Grados de Magisterio de la Universidad de Alcalá. Por ejemplo, una de las misiones consiste en un juego de pistas que permite reconstruir una clave dicotómica y así reconocer el polen en otra de las misiones. Para ello los estudiantes deben manejar correctamente el microscopio y realizar el estudio de identificación con ayuda de la clave [6].

En la misma línea los **escape rooms** son actividades de “Aprendizaje Basado en Juegos” cada vez más utilizadas porque los estudiantes centran su atención en el juego y a partir de él disfrutan adquiriendo los distintos conocimientos de manera lúdica. El desafío consiste en escapar de un espacio cerrado en un tiempo limitado como por ejemplo el escape room Terra Sísmica [7] vinculado con las Ciencias de la Tierra.

También las experiencias de aprendizaje que se generan con la **robótica educativa** surgen de la participación activa del alumnado ya que se les otorga gran protagonismo en la realización de actividades (diseño de dinosaurios, sismómetros, etc.).

Buscando medios de acercar la Geología al aula se sugiere el juego de simulación **¡Alto a los desastres!** <https://www.stopdisastersgame.org/>. Con los estudiantes de la

Universidad de Alcalá hemos trabajado la parte más preventiva y operacional de los riesgos naturales, sin dejar de lado el fenómeno natural, ya que entender el mecanismo que lo produce, ayudará a gestionarlo de forma adecuada. Hemos diseñado una plantilla [8] que ayuda a ordenar y a discutir los distintos componentes que forman parte de un sistema de gestión del riesgo (prevención, mitigación, emergencia y reconstrucción). Ganar la partida significa, por una parte, entender que no se puede impedir que ocurran riesgos naturales y, por otra, que las únicas estrategias posibles para reducir los efectos de estos riesgos y protegernos de ellos sean a través de la educación y de la información.

Earth Learning Idea (ELI) <https://www.earthlearningidea.com/> incluye actividades de enseñanza de las Ciencias de la Tierra a través de las cuales los estudiantes adquieren una perspectiva adicional sobre los procesos que tienen lugar en la Tierra. Estas actividades incrementan su comprensión de forma constructivista, reducen sus conceptos erróneos y desarrollan habilidades de pensamiento críticas.

5. Reto 3º: Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Cómo divulgar?

El planeta Tierra, y los cambios que en él se han producido a lo largo de los tiempos, no es un conocimiento específico de una determinada ciencia sino un bien cultural cuyo conocimiento debe extenderse a toda la sociedad. Con este fin todas las asociaciones vinculadas con las Ciencias de la Tierra impulsan sus propias publicaciones o apoyan actividades de divulgación. A continuación, se presentan algunos ejemplos.

“**Geología**” es una actividad de difusión de la investigación que consiste en la realización de un recorrido de campo por parte de los asistentes guiado por monitores que explican aspectos de la Geología. El éxito de las últimas convocatorias, con más de 6.000 personas disfrutando de Geología en toda España (Figura 2), y sus intenciones de participar en próximos eventos, nos anima a seguir organizando esta actividad http://www.sociedadgeologica.es/divulgacion_geologia.html



Fig. 2. Visita a las salinas de Armalla (provincia de Guadalajara) durante el primer Geolodía celebrado en 2009.

La **Olimpiada de Geología** es una actividad muy joven cuyo objetivo principal es fomentar el interés de los participantes por la Geología. La gran barrera que a veces existe entre el mundo universitario y científico, y el de Enseñanza Secundaria, está siendo superada por esta actividad que no ha dejado de crecer <http://www.aepect.org/actividades-geologicas/olimpiada-geologia/>. La IESO (International Earth Science Olympiad) se celebra también cada año y desde 2011 participa un equipo español que progresivamente ha mejorado sus resultados. <http://www.igeoscienced.org/about-the-igeo/officers/> Todo ello consolida un vínculo en torno a las actividades de divulgación científica, además de enriquecer la cultura científica y promover el espíritu divulgador entre los estudiantes preuniversitarios [9].

Partiendo del lema “Geología para todos” el proyecto interdepartamental e interuniversitario **Geodivulgar**, persigue la divulgación de la Geología a todo tipo de público. Cabe destacar las cinco ediciones del del certamen de relatos geológicos “Érase una vez la Geología” y las tres ediciones del concurso amateur de ilustración “Viajando a tiempos pretéritos” o las propuestas desarrolladas para personas con diversidad funcional <https://www.ucm.es/geodivulgar/>

La **Geogymkhana** propone un itinerario costero (3 km) que incluye 10 paradas guiadas en el entorno de la ciudad de Alicante. En cada una de ellas se posibilita el estudio de las Ciencias de la Tierra a través de diversas estrategias educativas que crean un buen ambiente sin perder el rigor científico. Algunas paradas como “Registro Geológico Discontinuo” implica explicaciones directas mientras que otras, como “Human Superposición estratigráfica”, se basan en juegos y actividades dinámicas. <http://www.aepect.org/actividades-geologicas/olimpiada-geologia/>

El principal objetivo del concurso **Ciencia en Acción** es presentar la ciencia de una manera atractiva y motivadora a través de varias categorías <https://cienciaenaccion.org/>

A través del **Concurso de Cristalización** se divulga la cristalografía en los centros de enseñanza españoles y en los de Puerto Rico. http://www.lec.csic.es/concurso_09/Home.html

Cualquier persona física mayor de edad o entidad jurídica constituida legalmente puede apadrinar un Lugar de Interés Geológico (LIG) en el programa **Apadrina una Roca** <http://www.geologiadesegovia.info/apadrinaunaroca/>

La conmemoración del **Día Mundial de los Humedales** el 2 de febrero se está convirtiendo en una de las iniciativas de Educación Ambiental de mayor éxito en España y en el mundo, aunando la divulgación de las Ciencias de la Tierra y de la Vida <https://www.worldwetlandsday.org/>

Otra iniciativa destacada que no podría entenderse sin su componente de Ciencias de la Tierra es el **Día Mundial del Agua** <https://www.worldwaterday.org/>

6. Alfabetización en Ciencias de la Tierra. Retos Futuros

Para llevar a cabo las reflexiones anteriores agrupadas en el marco educativo y en el de la divulgación tenemos que superar varios retos:

- 1) Es necesario que las Ciencias de la Tierra formen parte, **DIGNAMENTE**, del currículo de la Enseñanza Obligatoria. Es evidente que no podemos cuidar lo que desconocemos y, en este sentido, hay que conocer nuestro Planeta para poder “cuidarlo” en condiciones y garantizar el desarrollo de sociedades futuras más saludables y prósperas. En esta línea hay que mejorar los contenidos curriculares de la enseñanza obligatoria considerando las ideas claves comentadas en el apartado 3 (Reto 1º: Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Qué enseñar?).
- 2) Es necesario un **CAMBIO DIDÁCTICO** desde métodos de enseñanza tradicionales hacia nuevas fórmulas de enseñar Ciencias de la Tierra más activas y participativas (Apartado 4). Evidentemente la alfabetización científica no se adquiere memorizando contenidos conceptuales incluidos en libros de textos “enciclopédicos”. En esta línea, hoy más que nunca, es necesario que los jóvenes terminen la Educación Obligatoria con una alfabetización geocientífica básica que les permita conocer, valorar y participar en aquellas cuestiones que les afecten.
- 3) Es necesario potenciar la **DIVULGACIÓN** de las Ciencias de la Tierra. La divulgación es el segundo pilar en la popularización y difusión del conocimiento científico. En ninguna etapa de la historia reciente se habían impulsado tantas iniciativas para divulgar o desvelar el interés por las Ciencias de la Tierra entre el alumnado, el profesorado y la ciudadanía en general (Apartado 5).
- 4) Es necesario que las **CIENCIAS de la TIERRA sean MÁS VISIBLES**. Si partimos del supuesto de que los retos anteriores no andan muy desencaminados sería necesario plantearse algunas cuestiones a varios niveles [4]: (1) Potenciar conferencias de científicos sobre temas atractivos en centros de Educación Secundaria (cursos, charlas, talleres, excursiones...). (2) Participar en iniciativas como: Semana de la Ciencia, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, Concurso de relatos, campos universitarios, etc. (3) Aprovechar los medios de comunicación (TV, radio, prensa...). (4) Solicitar que haya geólogos en equipos pluridisciplinarios (administración, planificación, protección, gestión, etc.). (5) Considerar las Ciencias de la Tierra como parte del conocimiento básico necesario para el desarrollo de la sociedad, Y (6) Gestionar un marco legal para la geoconservación (contra la destrucción, el expolio o el coleccionismo).

7. Consideraciones finales y conclusiones

Tomando como punto de partida las consideraciones anteriores, es fundamental continuar con la tarea de enseñanza, difusión y sensibilización de la sociedad en general. Las ciencias que estudian nuestro planeta no pueden quedar arrinconadas cuando el mundo se ha hecho más pequeño para las personas; y cuando tantas personas y su estilo de vida han convertido a la Tierra en un lugar más frágil para vivir. Por ello el reto más importante no es solo avanzar en el conocimiento de los fenómenos geológicos, sino ser capaces de transferirlo de manera efectiva.

En el caso del primer reto planteado (Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Qué enseñar?) hay que recordar que no hay casa, ni puente, ni puerto, ni cualquier obra civil que no requiera estudios geológicos para construirse. No hay recurso natural (agua, combustibles, o recursos minerales) que no requiera de la Geología para obtenerse. No

hay riesgo natural que no tenga detrás un proceso geológico. Y todo esto, sin hablar de la contribución de las Ciencias de la Tierra al conocimiento del planeta y de su historia natural. Por consiguiente, un objetivo prioritario de la Educación Obligatoria debería ser entender cómo funciona nuestro planeta.

Entre los beneficios que aportan las estrategias educativas descritas en el segundo reto (Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Cómo enseñar?) baste recordar que posibilitan el compromiso con otras materias del currículo y en todos los niveles educativos, permiten aplicar teorías pedagógicas tales como el constructivismo y el construccionismo, las experiencias de aprendizaje surgen de la participación activa del alumnado ya que se les otorga gran protagonismo a la hora de realizar las distintas actividades y la motivación se favorece porque ellos centran su atención en el juego. Lamentablemente por cuestiones de tiempo, de desconocimiento o por cumplir con lo que está regulado no se hace un uso mayor a pesar de los buenos resultados que estas estrategias proporcionan.

Y en relación con el tercer reto (Alfabetización en Ciencias de la Tierra. ¿Cómo divulgar?) se aprecia que cada vez son mayor el número de personas que participan en las actividades de índole científico (hay interés y demanda) y las iniciativas (olimpiadas de Geología, Geolodías, Geoyinkanas, Apadrina una roca, ...) son claramente insuficientes (no se abastece la demanda). No en vano, la divulgación es el segundo pilar en la popularización y difusión del conocimiento científico.

Finalmente hay que insistir que los principales retos para nuestro futuro podrán resolverse sólo con la participación de expertos en muchos campos, entre los que las Ciencias de la Tierra juegan un papel esencial. A título de ejemplo mencionar: (1) La Seguridad Hídrica, ya es uno de los principales problemas del mundo y se verá amenazada en todos los países de la cuenca mediterránea conforme avance el cambio climático y todos los fenómenos que los expertos pronostican. (2) La Seguridad Energética, que tendrá que resolverse con gestión inteligente y tecnología sostenibles, pero también con la prospección de recursos energéticos. (3) Los Riesgos Naturales: avenidas fluviales, terremotos o deslizamientos son algunos de los procesos geológicos que afectan a la salud de las personas y suponen gastos inmensos para los países. (4) El Cambio Climático que, al influir en los ecosistemas y geosistemas, transformará muchos procesos geológicos y su interacción con nuestra sociedad. (5) La Seguridad Alimentaria que depende de la buena gestión de los suelos –aparte de su dependencia de la investigación biológica y agrológica.

Resulta obvio que el futuro de la sociedad del siglo XXI depende de la solución de problemas como estos, muchos de ellos relacionados con las Ciencias de la Tierra.

8. Referencia

- [1] A. Calonge y M. González, M. Educar e informar para reducir el riesgo de desastres incrementados por el cambio climático. ¡Juntos podemos! *Cuadernos del Instituto IKEDA*, vol. 3: 51-65, 20210
- [2] A. L. Cortés y M. B. Martínez, M. B. Los retos del currículo de Geología. *Alambique*, vol. 100: 41-48. 20200

- [3] E. Pedrinaci, S. Alcalde, P. Alfaro, G.R. Almodóvar, J.L. Barrera, A. Belmonte, D. Brusi, A. Calonge, V. Cardona, A. Crespo-Blanc, J.C. Feixas, E.M. Fernández-Martínez, A. González-Díez, J. Jiménez-Millán, J. López-Ruiz, J.M. Mata-Perelló, J.A. Pascual, L. Quintanilla, I. Rábano, A. Rodrigo, y E. Roquero, E. Alfabetización en Ciencias de la Tierra, VOL. 21. Nº 2, 117-129. 2013.
- [4] A. Calonge y J. Delgado. La innovación en la enseñanza de las Ciencias Geológicas en la formación del profesorado. Retos futuros en la formación geológica del profesorado. Innovación Docente e Investigación en Educación. Avanzando en el proceso de enseñanza-aprendizaje, Ivol. I: 233-244. 2020.
- [5] M.D. López Carrillo, A. Calonge, M.T. Rodríguez Laguna, G. Ros y J.A. Lebrón. Using Gamification in a Teaching Innovation Project at the University of Alcalá: A New Approach to Experimental Science Practices. The Electronic Journal of e-Learning, vol.17, nº 2: 93-106, 2019. online at www.ejel.org.
- [6] M.D. López Carrillo, A. Calonge, M.J. Gil García y M.B. Ruiz Zapata. ¡Alerta, las abejas desaparecen! Investigando el polen en el laboratorio usando gamificación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 28, nº 1: 29-37. 2020.
- [7] D. Brusi y P. Cornellà, P. Escape rooms y Breakouts en Geología. La experiencia de “Terra sísmica”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 28, nº 1: 74-88. 2020.
- [8] M. González, A. Calonge, D. Brusi y P. Alfaro, P. ¡Prevenir las catástrofes!, simulando la gestión de los riesgos naturales. Libro de Actas de la XV edición del Programa Ciencia en Acción: 169 – 170. Rosa María Ros Ferré Ed. 2014,
- [9] O. Fesharaki, A. Calonge y M.D. López-Carrillo, M.D. The Educational Role of Geology Olympiads in Spain: Promotion of Geological Heritage and Geoconservation in Youngsters. *Geoheritage*, vol. 12, article 96. 2020.

Docencia en Farmacia durante el periodo de pandemia de COVID 19

M Victorina Aguilar¹

¹ Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de Alcalá (España)
mvictorina.aguilar@uah.es

Resumen. Este artículo refleja la experiencia de la Facultad de Farmacia de la UAH ante la pandemia del Covid-19, la transformación de las metodologías docentes que ha habido que implementar en un grado universitario eminentemente práctico y con un componente de aprendizaje-servicio elevado. Se han integrado diferentes tecnologías, incluso de doble presencialidad, con la introducción de nuevas metodologías innovadoras en el aprendizaje.

Palabras clave: Pandemia Covid-19, Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá, estrategias metodológicas.

1. Introducción

El SARS-CoV-2 es un virus cuya irrupción y rápida propagación llevó a finales del año 2019, inicios del 2020, a la aparición de una grave crisis a nivel mundial con repercusiones a nivel clínico, social, económico, psicológico, educativo, ... Este minúsculo virus, parafraseando a Churchill es un “acertijo, envuelto en un misterio, dentro de un enigma” que nos cambió la vida en todas sus facetas y de manera súbita.

Centrándonos en el nivel universitario y según datos de la UNESCO, que monitoriza constantemente el impacto del coronavirus en la educación, a principios de abril de 2020, las universidades de 185 países de todo el mundo habían cerrado, afectando a más del 80% de los alumnos matriculados. En España, la declaración del estado de alarma y el cierre de los campus se produjo sin visos de poder reiniciar la actividad académica presencial. Por ello, las universidades se vieron obligadas a adoptar medidas para reorientar la docencia en sus titulaciones y adaptarse al nuevo entorno de enseñanza online, con la finalidad de no paralizar la actividad académica ni sus programas formativos.

De acuerdo con los datos recogidos por la Asociación Internacional de Universidades (IAU), este fue un proceso particularmente difícil y exigente, tanto en términos de necesidades tecnológicas, como de adaptación de los procesos metodológicos y de evaluación [1].

Diferentes instituciones internacionales como la UNESCO o el Grupo del Banco Mundial [1,2], publicaron recomendaciones para asegurar la continuidad de la docencia y la investigación, garantizando la calidad docente, la autonomía universitaria o la

financiación. Recomendaciones que sirvieron de base para adoptar medidas que cubrieran los siguientes grandes objetivos:

- Flexibilizar la realización de las tareas docentes, priorizando los desafíos psicosociales para dar significado al aprendizaje y brindando apoyo al profesorado y al alumnado;
- Sortear las dificultades generadas por la situación de no presencialidad, asegurando la inclusión de programas de aprendizaje a distancia eficaces;
- Buscar alternativas tanto a la docencia teórico-práctica como a la evaluación, empleando diferentes herramientas y recursos que dieran soluciones a las diferentes situaciones sociales del alumnado y del profesorado a la vez que permitieran la protección y vigilancia de la privacidad de datos;
- Crear comunidades de colaboración para la realización de tareas.

Así pues, a contrarreloj, instituciones públicas y privadas se vieron obligadas a elaborar planes y a poner a punto herramientas para llevar a cabo la docencia en remoto. La Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) y la Conferencia de Rectores de las Universidades Madrileñas (CRUMA), coordinaron estos planes y arbitraron medidas para reducir los riesgos en la salud individual y colectiva de la comunidad universitaria a la vez que se trabajó por el mejor desarrollo de la docencia no presencial para que la formación curricular de los estudiantes no se viera afectada.

Es decir, las Universidades se enfrentaron a retos como la docencia no presencial, la gestión de prácticas externas o las diferentes brechas digitales. Por ello, hubo que considerar diversas variables de comunicación, metodológicas, tecnológicas o de aspectos organizativos para que la docencia a impartir fuera de calidad y siempre centradas en el estudiante.

Pero a pesar de todo, del mucho trabajo realizado, dinero invertido, ..., existieron múltiples críticas ya que los universitarios de todas las disciplinas se quejaron durante el confinamiento de la falta de comprensión por parte del personal docente, al que criticaban por no haber tenido en cuenta las condiciones particulares que cada estudiante tenía en su casa.

2. Experiencia en la Facultad de Farmacia de la UAH

La Facultad de Farmacia de la UAH fue una de las primeras en reaccionar ante la pandemia creando nuevos entornos metodológicos y organizativos. El motivo era simple, la Comunidad de Madrid, en la que está ubicada, fue una de las primeras comunidades en las que se adoptaron medidas al respecto. Hubo que demostrar capacidad de rápida respuesta frente a los desafíos, en principio imprevisibles, adaptando medidas ágiles en función de las necesidades y de los medios disponibles, al servicio educativo. Estas medidas estaban vertebradas alrededor de cuatro ejes, ateniéndose a las diferentes resoluciones y Planes de Actuación publicadas por el Rectorado [3]:

- Seguridad en el Edificio y creación de espacios en red de sistemas de atención, información y seguimiento en la red
- Docencia on-line con el uso de nuevos entornos metodológicos y organizativos

- Investigación y otras actividades
- Formación digital

2.1. Seguridad en el Edificio y creación de espacios en red de sistemas de atención, información y seguimiento.

En el contexto del primero de estos ejes se redactó un Protocolo de actuación y prevención de riesgos covid-19 y un Decálogo para los Estudiantes en el Edificio de la Facultad de Farmacia, en los que se incluía una combinación de protocolos de seguridad con nuevas tecnologías. En el curso 2020-21, en el que ya se pudo impartir docencia presencial, se optó por una programación escalonada y “encapsulada” de la docencia reforzada por sistemas de control de asistencia, con la elaboración de horarios deslizantes, grupos de estudiantes burbujas y limitación de aforos acorde a los ratios de seguridad y sanitarios.

Durante el periodo de pandemia se creó en la página web un espacio de atención focalizada en la salud psicosocial del estudiante, en la resolución de problemas y dudas hacia los centros, unidades, servicios de referencia, así como la canalización de recursos informáticos a miembros de la comunidad universitaria en riesgo de brecha digital para un acceso a Internet eficiente que les permitiera hacer un seguimiento completo del curso sin sufrir un sobrecoste económico derivado de las medidas que se adopten en el terreno docente.

La información sobre el Covid-19, compilada en un único espacio destacado virtual, ha sido y aún lo es, permanentemente actualizada acorde a las recomendaciones de la Comisión Covid [4].

2.2. Docencia on-line con el uso de nuevos entornos metodológicos y organizativos

Este tema es el que ha planteado más problemas y desafíos académico-organizativos tras la brusca irrupción de la pandemia estando obligados a replanificar, con metodologías on-line, asignaturas eminentemente prácticas a apenas cuatro meses de terminar el curso académico. Constituyó un reto tanto para los estudiantes como para los educadores, quienes debían lidiar con las dificultades emocionales, físicas y económicas que planteaba la enfermedad mientras colaboraban para evitar la propagación del virus. La manera de enfrentar la problemática surgida varía según el curso en cuestión y la actividad académica a realizar.

En el curso 2019-20, a partir de marzo, con el cierre de la Facultad, en la impartición de la docencia directa hubo que utilizar diferentes estrategia y herramientas didácticas, todas ellas a través de la Blackboard. Estrategias que variaban según el profesorado y las características de las asignaturas. En algunas se optó por grabar las clases de manera asíncrona, disponibles en línea a través de video o audio, en otras se impartían las clases síncronas, en directo, a tiempo real, poniéndolas a disposición de los estudiantes en el apartado de contenidos del Aula Virtual, o a través de presentaciones, locutadas o no, enviadas a los estudiantes. En todos los casos se logró transformar las clases presenciales a un modo virtual empleando una enseñanza remota de emergencia. Así, los estudiantes recibieron la formación necesaria para adquirir las competencias y cumplir los resultados de aprendizaje previstos.

Esta labor realizada por los profesores era el resultado de numerosas horas de reflexión, de trabajo, de aprendizaje, de formación, a pesar del poco tiempo del que se disponía para reanudar la docencia en el mes de marzo.

Muchos profesores tuvieron que aprender o mejorar el uso de, por ejemplo, una herramienta de videoconferencia, síncrona o asíncrona. Tuvieron que zambullirse en el mundo de preparar vídeos docentes, en los que se insertaban diapositivas, vídeos de *youtube* o enlaces interactivos. Esta docencia no resultaba ser un hecho bidireccional ya que el profesor se sentía aislado hablando a la pantalla de un ordenador, sin contemplar la cara de sus alumnos y vislumbrar si éstos seguían el curso de la explicación o la resolución de un caso o problema.

En el curso 2020-21 el devenir de la pandemia llevó a las universidades a planificar el desarrollo del curso académico con un enfoque flexible e híbrido, con diferentes opciones que permitieran garantizar su pleno funcionamiento, basándose en la importancia de la presencialidad en el proceso formativo, garantizando, siempre que se pudiera, las medidas sanitarias de seguridad. Debido a que se contó con más tiempo y se disponía de mayor formación tecnológica, las actividades formativas teóricas se llevaron a cabo de manera síncrona, según el calendario y los horarios aprobados, a través de la Blackboard.

A la hora de plantearse la docencia en remoto se consideró:

- Variabilidad: realizar actividades diferentes proporcionando material en diferentes formatos (audios, textos, vídeos), para evitar el cansancio y aburrimiento del alumnado, ...
- Transitar de lo fácil a lo difícil: organizar de manera progresiva la dificultad de las actividades, permitiendo que el alumno se adaptara y adquiriera confianza.
- Organización temporal racional: que facilitara en el alumnado la organización de las diferentes actividades a realizar y el tiempo necesario para llevarlas a cabo.
- Oferta de actividades individuales y grupales: incorporando actividades que requieren trabajo colaborativo y grupal y, por otra, esfuerzo individual.
- Normas claras, concretas: en las que se indicara qué debía hacer, cómo debía presentar el resultado final de la actividad, ..., para evitar confusiones y malentendidos.
- Especificar criterios de evaluación: explicitando los criterios de evaluación ya que es crucial para la evaluación formativa.

Durante este curso, se utilizaron metodologías innovadoras en el aprendizaje como el Flipped Classroom o el aula invertida, la Gamificación y el Estudios de Casos, con las que se combinaba una alta presencialidad con actividades del entorno virtual. Así se garantizó una experiencia de aprendizaje-servicio que se manifestó práctica y atractiva para los estudiantes [5].

Durante el primer cuatrimestre del curso 2021-22 en el que la situación de la pandemia era relativamente mejor y el número de casos de personas afectadas por COVID- 19 inferior, se han integrado tecnologías de interacción bimodal y simultánea en la docencia, presencial en aula y docencia online, de forma simultánea, con la utilización de sistemas multicámara y multipantalla que han permitido la docencia y la distancia. Es decir, se ha producido una extensión del espacio del aula al espacio virtual.

Esta docencia se grababa permitiendo, así, el seguimiento de la docencia a los alumnos erasmus, con diferente huso horario.

Respecto a la docencia práctica, con una importante representación ponderal en el Grado de Farmacia, constituyó un problema acuciente al que hubo que enfrentarse en el curso 2019-20. Afortunadamente, muchas de ellas se habían realizado antes del cierre de las Universidades. Las que restaban por realizar, en un principio se aplazaron en la confianza de que el periodo de confinamiento sería breve y se podrían realizar una vez reanudada la actividad presencial. Pero como ello no fue posible, hubo que recurrir a la realización de prácticas virtuales, resolución de casos prácticos o utilización de videos realizados por diferentes instituciones científicas, pero en ningún caso se omitieron dichas prácticas y se aseguró la adquisición de las competencias necesarias por parte de los estudiantes (fig. 1).

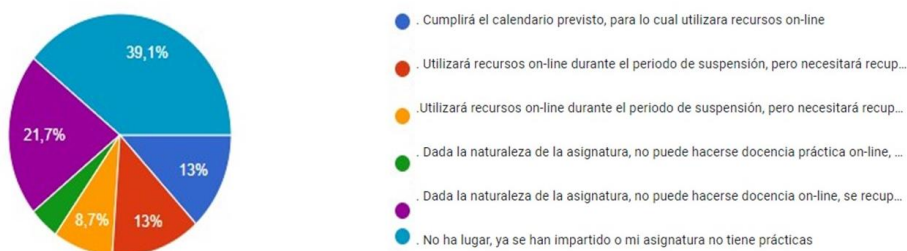


Fig. 1. Resultados derivados de la encuesta realizada entre los profesores sobre la realización de prácticas.

Durante los cursos 2020-21 y el primer cuatrimestre de 2021-22, se impartieron las prácticas de manera presencial, con un número inferior de alumnos por grupo para garantizar las medidas de seguridad y empleando medios como pantallas de protección. Para limitar el tiempo de permanencia en los laboratorios, se grabaron vídeos de las metodologías utilizadas en las clases prácticas por la Oficina Tecnológica y de Equipamiento de la UAH sobre guiones realizados por los profesores responsables de las asignaturas. Dichas grabaciones sirvieron como material para que los alumnos pudieran tener conocimiento de la metodología seguidas en las prácticas antes de su entrada en el laboratorio y, evitar así, la necesidad de realizar las explicaciones teóricas de las prácticas en un aula.

Respecto a las tutorías, tanto individuales como grupales, se hicieron mediante sesiones en la Blackboard o resolviendo dudas a través de mensajes de texto y redes sociales.

Otro problema que sobrevino fue la evaluación, aspecto que generó un gran número de tensiones en las universidades.

La supuesta evaluación continua que se decía estar realizando en todas las asignaturas tras la adaptación al EEES, se desveló falsa. En un porcentaje muy elevado de materias seguía existiendo un examen final que era básico para aprobar las asignaturas (70-80% de la calificación total). Esa falsedad en la evaluación continua se basa en que habría que haber realizado un cambio profundo en los sistemas de evaluación, tanto desde el punto de vista procedimental como en su planificación y

seguimiento. Habría que haber evolucionado desde la antigua “enseñanza de conocimiento” al reto del “aprendizaje por competencias”. Y esa simple sustitución de la acción de “enseñar” por la de “aprender” aún no se ha producido y madurado en el entorno universitario. De modo, que el confinamiento y la pandemia pusieron de manifiesto esta asignatura pendiente. En Farmacia, en la mayor parte de las asignaturas se procedió a la evaluación mediante diferentes técnicas (fig. 2) tomándose medidas inclusivas, adaptándose al contexto psicosocial del alumnado y prestando atención a la protección de datos.



Fig. 2. Técnicas de evaluación seguidas en la Facultad de Farmacia.

En un principio se pensó, en utilizar sistemas de proctoring o control biométrico, o usar 2 cámaras, una para vigilar a los estudiantes y otra para su entorno de trabajo, o emplear un sistema de congelación de la pantalla del ordenador, pero tanto el Ministerio de Universidades como la Conferencia de Rectores desaconsejaron su uso debido, principalmente, a cuestiones relacionadas con la protección de datos. En líneas generales se recomendó la evaluación continua, limitando, en lo posible, las pruebas síncronas con preguntas aleatorizadas, con tiempo de respuesta muy limitado para intentar reducir el riesgo de prácticas fraudulentas o los plagios y un largo etcétera. Las evaluaciones asíncronas de contenidos teórico-prácticos han consistido en tareas, ejercicios a realizar offline, cuestionarios a entregar en un plazo de varios días, evaluación entre pares y las rúbricas que ayudan a evaluar los trabajos entregados facilitando la evaluación formativa. Ningún protagonista del proceso, ni profesores ni estudiantes, quedaron satisfechos con los resultados de la evaluación. Muchos de los profesores, pensaron que la evaluación había estado plagada de fraudes, con quedadas virtuales para “tumbar” los Campus Virtuales o la compra de exámenes y, por parte de los alumnos, que se les estaba exigiendo más que nunca. Pero hay que tener en cuenta que el aprendizaje en línea requiere un compromiso significativo por parte de los estudiantes, y los estudiantes y los profesores han tenido que trabajar juntos para lograr el éxito. En muchos casos, esto ha llevado a las universidades a considerar, cada vez más a los estudiantes, como copartícipes en su proceso de aprendizaje. El formato virtual exige fomentar más la autonomía, la visión crítica y la capacidad de autoaprendizaje y se deben sentar las bases para repensar el futuro y la evolución tecnológica que las universidades deberían afrontar.

Otro problema planteado por la prohibición de la presencialidad en todas las actividades organizadas desde la Facultad de Farmacia de la UAH, fueron las Prácticas Externas y las Prácticas Tuteladas. Durante el curso 2019-2020, los alumnos tuvieron que interrumpir la realización de sus prácticas en entidades externas durante el segundo semestre. Con el fin de no perjudicar a los estudiantes hubo modificaciones tanto en su realización como en los criterios de evaluación y calificación:

- Si las Prácticas Tuteladas estaban concluidas (o al menos realizadas en un 50%): la CRUE, secundada por la Conferencia de decanos, recomendó considerarlas como finalizadas.
- Si no se habían concluido o alcanzado ese 50% se virtualizaron dichas prácticas mediante el uso de laboratorios virtuales, estudios de caso, realización de actividades y seminarios complementarios a través del aula virtual, empleando materiales y cursos o talleres formativos de diferentes instituciones con las que la Conferencia de Decanos firmó convenios (tabla 1). Con todo ello se consiguió que los alumnos pudieran adquirir las competencias y habilidades profesionalizantes necesarias y que se les pudiera reconocer los créditos de dicha asignatura para poder obtener el grado en Farmacia.

Tabla 1. Relación de cursos ofertados a los alumnos de 5º curso.

CURSO	HORAS	ENLACE
Covid-19 (4 talleres)	6	https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-covid-19
		https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-actualizacion-avances-en-covid-19
		https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-actualizacion-avances-en-covid-19
		https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-actualizacion-avances-en-covid-19
		https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-actualizacion-avances-en-covid-19
HTA	1	https://www.sefac.org/sefac-al-dla/seslon-online-actualizacion-avances-en-covid-19
Videos de OIFAC, dispen., indic y segto. Personas con diabetes	0,2/c.u.	https://www.youtube.com/watch?v=OZIW6eW1Mul
		https://www.youtube.com/watch?v=IT97PIMxeeY&hd=1
		https://www.youtube.com/watch?v=K-uSIOEtYw&hd=1
Taller sobre acidez y reflujo	0,14	https://vimeo.com/390484143
Taller sobre salud ocular	1,06	https://vimeo.com/247036188
Taller de inhaladores	1,2	https://vimeo.com/3726494S3
Insulinas: dispositivos y manejo		https://vimeo.com/40092SS71

Respecto a los Trabajos Fin de Grado todos aquellos que estaban planificados como experimentales y que no pudieron ser finalizados en tiempo y forma, se sustituyeron, total o parcialmente, por trabajos bibliográficos o mixtos. Las tutorías relacionadas con la elaboración de estos TFG durante el curso 2019-2020, se llevaron a cabo, al igual que su defensa, de manera virtual a través de la Blackboard. Se elaboró, aprobó por

Consejo de Gobierno y se aplicó el “Protocolo de defensa remota de TFG, TFM y Tesis Doctorales mediante exposición pública como consecuencia de la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19”. Durante el curso 2020-21 se recuperó la normalidad.

Asimismo, se virtualizó la presentación y defensa de tesis doctorales, garantizando la integridad de la exposición, la interacción con el jurado y la calidad de la defensa.

En cuanto a la Movilidad internacional y nacional, tanto los alumnos outgoing como los incoming interesados en cursar diferentes asignaturas de grado como en realizar el Trabajo Fin de Grado, el primer semestre del curso transcurrió sin novedad, no así en el segundo semestre en el que los alumnos, aunque se hubieran trasladado a su destino Erasmus, regresaron a sus lugares de procedencia adaptándose a la metodología docente implantada en cada una de las facultades.

2.3. Investigación y otras actividades

En materia de investigación, especialmente en los primeros momentos de la pandemia, se produjeron retrasos en la realización de los proyectos de investigación ya iniciados, así como en el arranque de los nuevos, e hizo necesaria una prórroga de los mismos y de los contratos de investigación asociados a tales proyectos.

Diferentes agencias de financiación (Instituto de Salud Carlos III, Plan Nacional, Unión Europea, Comunidades autónomas, Fondo Supera Covid-19, etc.) promovieron nuevos programas y convocatorias centrados en investigar el virus Sars-Cov2 y la enfermedad Covid-19 y sus múltiples implicaciones, sociales, económicas, psicológicas, sanitarias, nutricionales, etc.

Estos proyectos de investigación han permitido incorporar estos avances en los protocolos y medidas de seguridad de la UAH.

Durante este periodo, especialmente en los primeros momentos en los que había carencia de muchos medios de protección, los miembros de la Facultad se volcaron en ayuda a la sociedad con la elaboración de geles y soluciones hidroalcohólicas o la impresión de mascarillas y materiales de protección mediante sus impresoras 3D. Además, se habilitó entre profesores de Farmacia un laboratorio para poder realizar pruebas PCR, en asociación con el ejército.

2.4. Formación digital

La pandemia planteó otros problemas. Además de la brecha digital de acceso o de uso, se manifestó la existencia de la brecha de competencias, relacionada con las competencias digitales del profesorado y del alumnado para saber utilizar todos los recursos disponibles en las plataformas digitales con fines educativos, así como la capacidad para crear contenidos y establecer acciones educativas a través de ellas.

También aquí se actuó ya que los docentes y alumnos con competencias digitales se ajustaban con mayor facilidad a todas las adaptaciones metodológicas, mientras que aquellos con recursos inferiores solían sobrecargar a los alumnos con diferentes actividades y lecturas complementarias [6]. Se complementaron planes de e-learning para el profesorado, con un aumento de la oferta de cursos de formación sobre la docencia online y aplicaciones a emplear. Por ejemplo, se realizaron cursos específicos en áreas como: metodologías docentes, innovación docente, evaluación, TICs y medios audiovisuales, campus online o desarrollo de habilidades personales, así como sobre

aspectos complementarios vinculados a la actividad del PDI (gestión económica, cooperación, emprendimiento, etc.)

3. Conclusiones

La situación de pandemia por el SARS-CoV-2 provocó una catarsis en la docencia universitaria que demostró la capacidad de la comunidad universitaria en el trabajo colaborativo, así como, una muestra de su capacidad para impulsar la innovación tecnológica y social. Se ha conseguido superar los retos ocasionados por la pandemia gracias a la predisposición, voluntad, creatividad y trabajo de los profesores; con el estudio, comprensión e interés de los estudiantes y, cómo no, con los medios formativos y materiales que pusieron a disposición de los profesores y de los alumnos la Universidad de Alcalá. Concretando en la Facultad de Farmacia, se puede decir que ha respondido a lo que se la ha demandado en cada momento tanto a nivel académico como sanitario. Ha sabido adaptarse, anticiparse, usar correctamente todos los medios materiales y humanos, para responder a las nuevas demandas de la sociedad y a circunstancias tan imprevistas como una pandemia, que ha puesto verdaderamente a prueba su capacidad de adaptación en una situación tan adversa.

Adaptación que servirá para crear un nuevo modelo de universidad postcovid, en la que ya se venía trabajando desde hacía tiempo y que se ha acelerado con la llegada de la pandemia. La clave de la Universidad será la presencialidad, crucial en el proceso formativo de los alumnos. Pero contará con un gran aliado en el proceso de formación, como es la tecnología, no solo para mejorarla, sino para dar salida al nuevo reto que se presenta: la formación a lo largo de la vida. De la pandemia se ha aprendido que la presencialidad es insustituible, pero que debe enriquecerse con todos los medios de interacción con los estudiantes que ayude a su aprendizaje.

Hay que conseguir que el estudiante sea el centro de todas las transformaciones que se aborden. Transformaciones que, a través de universidad plural, abierta a la sociedad, hará de ellos profesionales competentes y se constituirá en uno de los principales mecanismos de ascenso social e igualdad en nuestro país. Ante un reto como el de la pandemia, la comunidad universitaria ha demostrado una gran capacidad para desarrollar ideas y proyectos en todos los ámbitos de la ciencia, demostrando a los responsables políticos e institucionales que la investigación tiene que ser una apuesta de futuro imprescindible para avanzar en la sociedad del siglo XXI.

4. Referencias

- [1] Marinoni G, van't Land H, Jensen T. The impact of COVID-19 on higher education around the world. Paris: International Association of Universities; 2020. Disponible en: https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_covid19_and_he_survey_report_final_may_2020.pdf The impact of COVID-
- [2] World Bank (2020) 'The COVID-19 Crisis Response: Supporting Tertiary Education for Continuity, Adaptation, and Innovation'. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34571>

- [3] UAH. Medidas de prevención Covid-19. Coronavirus. <https://www.uah.es/COVID-19/#informacion-y-formacion>
- [4] Facultad de Farmacia. Información Covid. <https://farmacia.uah.es/facultad/informacion-COVID.asp>
- [5] Consejería de Ciencia, Universidad e Innovación. Comunidad de Madrid. Buenas prácticas universidades de Madrid - Covid19. https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/educacion/univ/documento_fi_nal_de_buenas_practicas.pdf
- [6] R. Moreno-Rodríguez, R, “Reflexiones en torno al Impacto del Covid-19 sobre la Educación Universitaria: Aspectos a Considerar acerca de los Estudiantes con Discapacidad”. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, vol. 9, nº 3, 2020. <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12227>

de agua va!

Irene De Bustamante¹

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá / iMdea
Agua (España) irene.bustamante@uah.es

Resumen. La gestión del agua se remonta a varios milenios antes de nuestra era. Los problemas de hoy en día con este recurso no vienen motivados por una disminución de este, sino por un aumento exponencial de la población, por su irregular distribución geográfica y por la contaminación del mismo. Entre las opciones para alcanzar el ODS 6 está la *reutilización* del agua con garantías de calidad y las *soluciones basadas en la naturaleza*. En este trabajo se hace un repaso de cual es la situación actual, de donde venimos, qué es lo que se sabe en materia de contaminación de agua, cuales son las *nuevas fuentes de agua* y algunos ejemplos de soluciones para la preservación de este recurso.

Palabras clave: escasez, tratamiento, reutilización, soluciones basadas en la naturaleza.

1. Algunos datos y ¿desde cuando?

Según el informe GEO-6 del PENUMA [1] la contaminación del agua podría ser una de las principales causas de muerte en 2050, entre otras causas debido al gran aumento de la resistencia antimicrobiana provocada por la contaminación de los cuerpos de agua dulce.

Entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 aprobada por Naciones Unidas [2], el propósito del número 6 es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Si se revisan datos suministrados por fuentes oficiales, se puede valorar el alcance del conflicto, así por ejemplo: un tercio de la población mundial carecen de acceso de agua potable segura [3]; más de la mitad de la población mundial carecen de saneamiento gestionado de forma segura y 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un elevado estrés hídrico [4]; El 80 % de las aguas residuales regresa al ecosistema sin ser tratada ni reutilizada [5]; la agricultura representa el 70 por ciento de la extracción mundial de agua [6]; etc.

La gestión del agua es tan antigua como la historia humana, todas las civilizaciones, han construido diferentes elementos que han permitido la administración de esta, en función de la facilidad para su acceso o su evacuación y/o del tamaño de la población a dar servicio. En la fig. 1 pueden observarse algunos ejemplos de infraestructuras tanto de gestión de agua de abastecimiento como de saneamiento [7].

Bañera del Palacio de Néstor,
Pylos, Peloponeso, 1300-1200 aC



Cisterna romana en Aptera, Creta,
Grecia, s I dC



Nilómetro en Egipto, 5000 BP



filtros de agua en la ciudad
griega de Empúries, s III aC



canalización drenaje urbano del Ágora,
Atenas, s V aC



letrinas greco-romanas en
Efes, s I dC

Fig. 1. Algunos ejemplos de infraestructuras hidráulicas en la antigüedad [7].

En los siglos alrededor del inicio de nuestra era, en Europa, empiezan a aparecer textos que identifican la importancia del agua en la salud pública. Por ejemplo, **Alcmeon de Crotona** (470 aC), filósofo pitagórico dedicado a la medicina, fue el primer griego en afirmar que la calidad del agua puede influir en la salud humana; El tratado de **Hipócrates** sobre “Aires, aguas y lugares”, (alrededor del 400 aC), describe con detalle las diferentes fuentes, calidades y efectos sobre la salud del agua (*manica hippocratis*); **Galeno** (s II dC), en su obra “*De Sanitate Tuenda*” resume la calidad de agua más adecuada para consumo. La calidad del agua era examinada a través de los sentidos: Gusto, olor, apariencia y temperatura.

En la Edad Media, el crecimiento de las ciudades (tabla 1) agobiaba a sus gobiernos con los problemas de salud y medioambientales que se generaban (peste, lepra, cólera, fiebre amarilla). Las ciudades europeas eran sucias y estaban llenas de basura, ratas y excrementos humanos en las calles. Los desperdicios humanos se tiraban por las ventanas de las casas al grito de *¡agua va!* y los transeúntes los pisaban.

Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), construyendo sus propios microscopios con un máximo de 200 aumentos, consiguió ver microorganismos en una gota de agua; en 1778 **Joseph Bramah**, desarrolló del primer inodoro, pero no fue hasta finales del s. XIX que se generalizan los baños interiores con agua corriente; **John Snow** (1813-1858) demostró que el sistema de distribución de agua expandía la epidemia de cólera; en el verano de 1858, en Londres, el olor de los vertidos de aguas residuales no tratadas al vertidos al río Támesis, dio lugar al históricamente conocido “*great stink*”; la base científica de la filtración de agua se debe a **Robert Koch**, que en 1884 aísla el agente causante de cólera, *Vibrio cholera* [9].

A finales del siglo XIX y principios del XX se comienzan a instalar filtros biológicos en USA y Gran Bretaña, para el tratamiento de aguas residuales urbanas; en 1907 ya había 33 ciudades de cierta relevancia en USA que usaban filtros mecánicos y otras

trece usando filtros de arena; la introducción de la “*cloración*” en 1908 supone disponer de una manera barata, reproducible y fiable de asegurar la calidad microbiológica del agua [9].

Tabla 1. Evolución de la población de Europa en el Medioevo [8].

AREA	Población año 500	Población año 650	Población año 1000	Población año 1340	Población año 1450
Grecia y Balcanes	5.000	3.000	5.000	6.000	4.500
Italia	4.000	2.500	5.000	10.000	7.500
España y Portugal	4.000	3.500	7.000	9.000	7.000
Europa Meridional	13.000	9.000	17.000	25.000	19.000
Francia y Benelux	5.000	3.000	6.000	19.000	12.000
Islas Británicas	500	500	2.000	5.000	3.000
Germania Escandinavia	3.500	2.000	4.000	11.500	7.500
Europa Central Europa Occidental	9.000	5.500	12.000	35.500	22.500
Eslavos	5.000	3.000	8.000	11.000	8.000
Hungría	500	500	1.500	2.000	1.500
Europa Oriental	5.500	3.500	9.500	13.000	9.500
EUROPA	27.500	18.000	38.500	73.500	51.000

2. Qué sabemos

La calidad del agua puede ser considerada como una medida de la idoneidad del agua para un uso particular determinado, medida basada en características físicas, químicas y biológicas.

Calidad y contaminación no son sinónimos, así podemos definir la *calidad* como las características físicas, químicas y biológicas que definen la composición de un agua y la *contaminación* como la alteración o modificación de algunas de sus características esenciales, o las perturbaciones producidas por los seres vivos como consecuencia de su actividad [10].

Las aguas naturales tienen un grado de pureza muy variable, que va desde las aguas de fundición de la nieve o los glaciares, hasta las aguas pantanosas muy cargadas en materia orgánica. Por esto la noción de contaminación no se refiere a la "pureza" de las aguas, ni siquiera a sus aptitudes, sino a las modificaciones de sus características debidas a la influencia del hombre.

La contaminación del agua puede ser puntual y difusa. La **contaminación puntual** se produce por el vertido de contaminantes en lugares específicos, tales como tuberías de drenaje, zanjas, desagües o alcantarillas de fábricas, centrales eléctricas, plantas de tratamiento de aguas residuales, minas de carbón subterráneas, pozos de petróleo, etc. La **contaminación difusa** ocurre cuando no existe un foco de descarga localizado, sino que esta se descarga sobre una zona extensa como por ejemplo la escorrentía de los campos de cultivo y corrales de engorde, campos de golf, carreteras, obras de construcción, estacionamientos, etc.

La calidad de un agua puede ser definida según muchos criterios, pero las características comunes de casi todas las definiciones se basan en la concentración de sustancias específicas que puedan causar efectos identificables, por lo que esta se define en función de la determinación de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos parámetros son también esenciales para el conocimiento del grado de contaminación del agua.

Dentro de la contaminación física, un ejemplo es la contaminación térmica, provocada por el vertido del agua de refrigeración de procesos industriales a las masas de agua superficiales, con el consiguiente aumento de la temperatura de esta, que reduce los niveles de oxígeno y puede matar la vida acuática más sensible a la temperatura. Los organismos acuáticos suelen estar poco adaptados a cambios bruscos de temperatura.

La contaminación biológica se produce por el vertido de desechos humanos y animales sin tratar. Los desechos humanos contienen colonias de bacterias coliformes como *Escherichia coli* y *Streptococcus faecalis*. Estas bacterias se encuentran fundamentalmente en el intestino grueso de los seres humanos, dónde colaboran en la descomposición de los alimentos. Son fáciles de identificar por lo que son un buen indicador para conocer si existe un foco de desechos humanos en el agua y esto es importante porque hay otros microorganismos que causan enfermedades que pueden aparecer en el agua desde el tracto digestivo humano, por ejemplo virus (hepatitis), protozoos parásitos (disentería) y gusanos parásitos y bacterias (fiebre tifoidea, cólera y disentería). Se cree que el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo son causadas por la falta de agua y por la contaminación de ésta, lo que provoca 10 millones de muertes al año.

La contaminación de origen químicos puede ser por compuestos inorgánico y por compuestos orgánicos.

Los residuos inorgánicos solubles en agua son ácidos, sales y compuestos de metales tóxicos, que proceden de la lixiviación y erosión de rocas por actividades mineras y del vertido de fábricas. Los metales pesados como el plomo, mercurio, estaño, cadmio y antimonio son una gran preocupación. Los ácidos, sales, nitratos y cloro no son tan tóxicos, pero pueden provocar gran impacto sobre la calidad del agua.

Existen miles de productos químicos orgánicos, naturales y sintéticos, que se utilizan en la industria para fabricar pesticidas, plásticos, productos farmacéuticos, cosméticos, pigmentos etc. Dichos productos se liberan al medio acuático a través de sistemas de eliminación de aguas residuales con o sin tratamiento, desbordamiento del alcantarillado, vertidos industriales, vertederos, reutilización de agua, lagunas de desechos de purines, aplicación de purines al terreno, prácticas agrícolas, acuicultura, etc. En general, son nocivos para la vida humana y acuática.

Muchos de ellos están regulados, pero hay otros, los llamados *Compuestos de Preocupación Emergente* (CPEs) que no lo están y a menudo representan una amplia gama de complejos compuestos químicos (Tabla 2).

Las preguntas mas habituales sobre este tipo de compuestos son:

¿a que niveles los encontramos? Las dosis que recibe el agua están en el orden de los ng/L o µg/L. Los calmantes son los CPEs que se encuentran en mayores concentraciones

¿son perjudiciales para la salud? Algunos CPEs pueden inducir efectos estrogénicos en los receptores biológicos. Pero la mayoría de los estudios sugieren que

las concentraciones ambientales actuales no son suficientes para provocar este efecto en humanos, aunque son necesarios mas estudios y pruebas toxicologicas y ecotoxicologicas por la presencia de mezclas.

¿suponen un riesgo para los ecosistemas? Han muerto más de 10 millones de buitres en el sudeste asiático (India, Pakistán, Nepal) en los últimos años, y tres especies están en riesgo de extinción; las causas son el diclofenaco que se utiliza para el tratamiento veterinario de los animales domésticos y que los buitres (al alimentarse de los cadáveres de los animales) son altamente susceptibles a él causándoles insuficiencia renal.

Tabla 2. Compuestos de preocupación emergente (los más habituales) [11].

<i>Antibióticos de uso humano y veterinario</i>	Trimetoprima, eritromicina, lincomicina, sulfametaxazol, ofloxacina, ciprofloxacina
<i>Analgésicos y antiinflamatorios</i>	Codeína, ibuprofeno, acetaminofeno, diclofenaco, fenoprofeno, naproxeno, ketoprofeno
<i>Fármacos psiquiátricos</i>	Diazepam, paraxantina
<i>Reguladores lipídicos</i>	Gemfibrozilo, bezafibrato, ácido clofibrico, ácido fenoffbrico, pravastatina, mevastatina, lovastatina
<i>Beta bloqueante:</i>	Metoprolol, propranolol, timolol, atenolol
<i>Diuréticos</i>	Hidroclorotiazida, furoxemida
<i>Contrastes para RX</i>	Iopromida, iopamidol, diatrizoato
<i>Esteroides y hormonas</i>	Estradiol, estrona, estriol, diethylstilbestrol
Productos de cuidado personal	
<i>Fragancias</i>	Almizcles policíclicos y macrocíclicos (musks), Benzofenona, alcanfores, metilbenzilideno
<i>Protectores solares</i>	
<i>Repelentes de insectos</i>	N,N-dietiltoluamida
<i>Antisépticos</i>	Triclosano, Cloropheno
<i>Surfactantes y metabolitos</i>	Etoxilatos alquil fenol, 4-nonylfenol, 4-octilfenol, carboxilatos alquil fenol
<i>Retardantes de llama</i>	Difenil éteres polibromados (PBDEs), Tetrabromo bisphenol A, chloroalcanos
<i>Agentes y aditivos industriales</i>	Agentes quelantes (EDTA), Sulfonatos aromáticos
<i>Aditivos de la gasolina</i>	Dialquil éteres, Metil- <i>t</i> -butil éter (MTBE)

3. Nuevas Fuentes de agua

Los recursos hídricos convencionales han alcanzado un grado de regulación muy elevado, y no se vislumbra en el futuro un incremento sustancial de los mismos. Además, el incremento de las demandas (7.800 millones de habitantes), agravado por períodos de sequía (meteorológica e hidrológica), lleva a la necesidad de utilizar otro tipo de recursos donde resulte necesario.

El importante desarrollo de la depuración en las últimas décadas permite un elevado uso potencial de agua regenerada (aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido

sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan), especialmente en zonas con escasez de agua, donde la reutilización supone un incremento de recursos, constituyendo un recurso alternativo que ofrece garantía de suministro y seguridad, tanto desde el punto de vista sanitario como ambiental.

La reutilización, como fuente alternativa de recursos hídricos, genera agua para actividades que no requieran calidad de agua potable o puede liberar agua de fuentes naturales para destinarla al abastecimiento, presentando, además, una serie de ventajas tales como: beneficios ambientales por disminución de la presión sobre los recursos superficiales y subterráneos, más agua disponible para agricultura, especialmente durante períodos de sequía, menor coste energético que desalación y sin vertidos al mar, uso racional del recurso hídrico, mejora de la imagen social del entorno y representa una fuente de suministro más estable de agua frente a desastres naturales o fuertes sequías.

Ante el rechazo social que representa la reutilización, no hay que olvidar que siempre hay un usuario aguas abajo y siempre hay un vertido aguas arriba.

Además de proporcionar nuevas fuentes de suministro, las aguas regeneradas pueden favorecer al autoconsumo y facilitar la gestión de las aguas depuradas, ofreciendo alternativas al vertido al medio natural y posibilitando el “vertido cero”.

Las aguas regeneradas pueden reutilizarse en diversos usos, entre los más habituales están: el uso urbano para riego de parques y jardines, baldeo de calles, llenado de inodoros, bocas de incendios, lavado de coches; el uso agrícola; el uso industrial, para refrigeración, procesos de lavado, etc.; el uso recreativo para riego de campos de golf, lagos ornamentales, etc.; y el uso ambiental para recarga de acuíferos, riego de bosques, mantenimiento de humedales, etc.

4. Soluciones basadas en la Naturaleza

La Comisión Europea define a las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como *“soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza; que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y ayudan a aumentar la resiliencia”*

Se fundamentan en la imitación de los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua, pudiéndose aplicar a microescala (p.e. un inodoro seco) o macroescala (p.e. el paisaje). Además, las SbN pueden contribuir a disminuir las presiones sobre los recursos hídricos. *Y ¿cómo se pueden aplicar las SbN a la depuración y reutilización del agua?*

Las pequeñas aglomeraciones urbanas generalmente cuentan con limitados recursos económicos y técnicos para hacer frente al tratamiento de sus aguas residuales mediante tecnologías convencionales. Hay numerosos ejemplos en pequeñas poblaciones (Fig. 2), en los que se instalaron depuradoras convencionales, y nunca llegaron a funcionar (grandes variaciones de caudales estacionales, altos costes energéticos, necesidad de personal cualificado, etc.). El Pacto Verde Europeo establece un plan de acción para impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, así como reducir la contaminación. Las SbN representan una solución para la depuración de los vertidos de aguas residuales, ya que tiene un amplio campo de aplicación dadas sus ventajas de economía, flexibilidad y operatividad para su aplicación en estas pequeñas poblaciones.

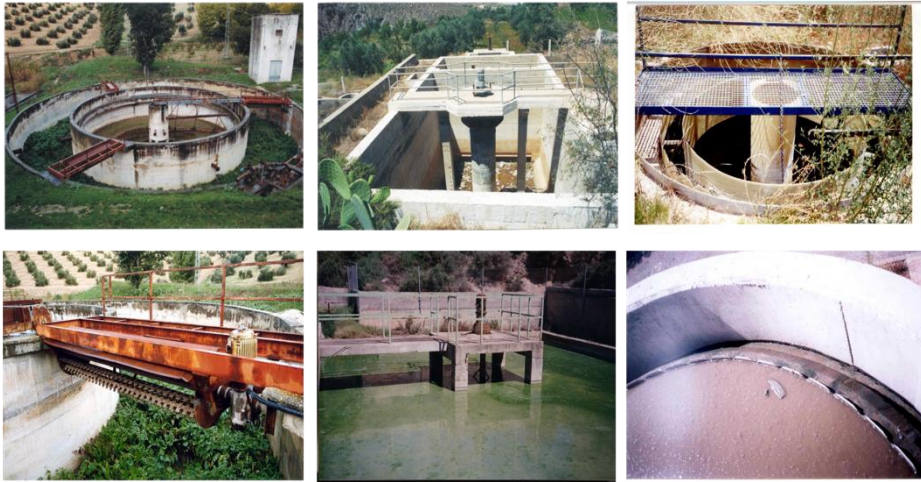


Fig. 2. Algunos ejemplos en España de estaciones depuradoras fallidas.

Los filtros verdes son “Soluciones basadas en la naturaleza” para el tratamiento y reutilización de agua que brindan beneficios ambientales, sociales y económicos. Se fundamentan en una superficie de terreno en la que se instala una plantación dimensionada en función de los caudales a tratar y de las necesidades hídricas de la plantación, donde se instala vegetación arbórea que se riega con el agua a tratar [12]. Parte del agua aplicada se evapora, otra parte es captada por las raíces de los árboles y el resto se infiltra a través del suelo, recargando el acuífero subyacente. El tratamiento de las aguas se realiza mediante la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de procesos físicos, químicos y biológicos (fig.3).

Estos sistemas van más allá de un simple tratamiento de depuración, ya que generan un valor añadido: además de tratar el agua residual, las especies vegetales utilizadas capturan CO₂, se genera biomasa y un ecosistema forestal que aumenta significativamente la biodiversidad, y contribuyen a la recarga de acuíferos [13]. Además, los filtros verdes presentan una alta eficacia en la eliminación de nutrientes (70% N y 90% P), compuestos orgánicos (85%) y microorganismos patógenos [14].

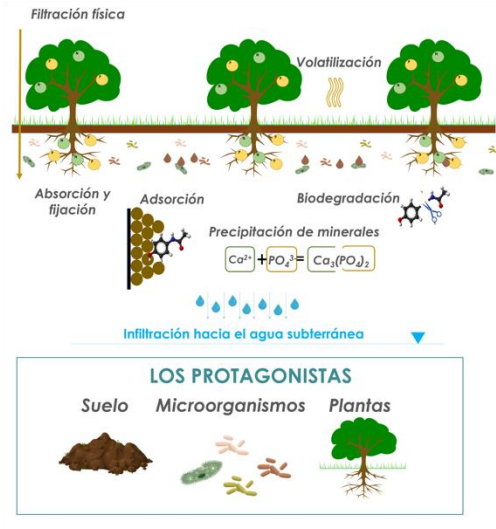


Fig. 3. Procesos responsables del tratamiento en un filtro verde.

5. Algunos ejemplos

El grupo de investigación [Soil and Water Quality in the Environment](#) (SWQ), ha trabajado en numerosos casos en España: Daimiel y Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real), Redueña, Patones, Torremocha del Jarama, Alcalá de Henares y Algete (Madrid), Carrión de los Céspedes (Andalucía), La Franca (Asturias) y Biar y Denia (Alicante), utilizando esta técnica tanto para la depuración de aguas residuales urbanas, como para reutilización de aguas ya tratadas. En las figuras 4, 5 y 6, se pueden observar algunos ejemplos de estas investigaciones.

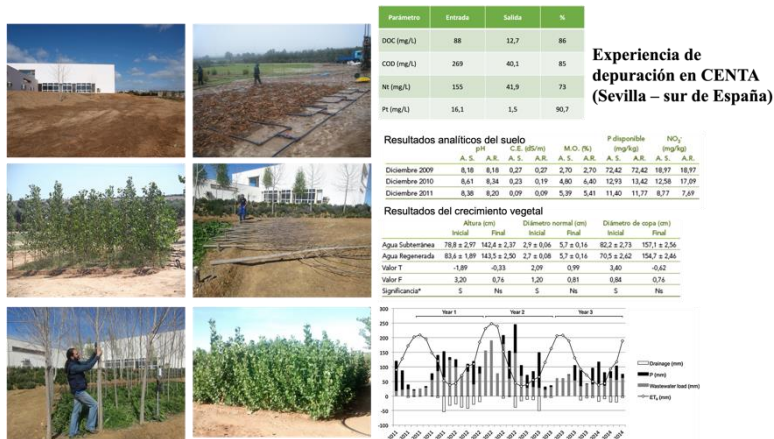


Fig. 4. Instalación y resultados de un FV en Carrión de los Céspedes (Sevilla) [14].

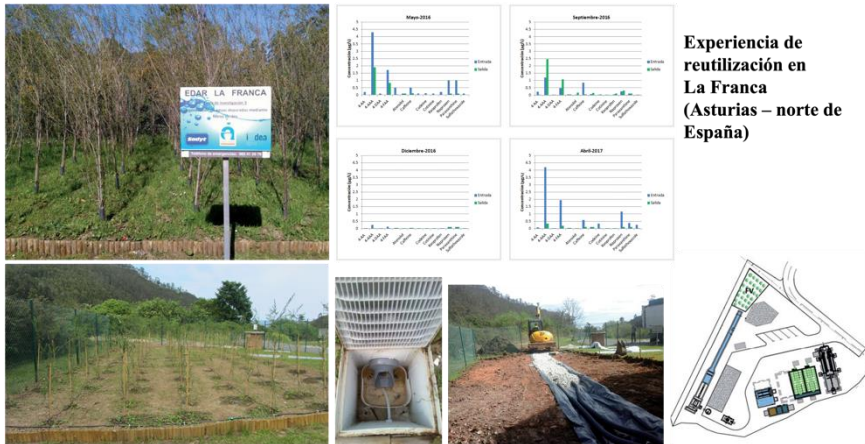


Fig. 5. Instalación y resultados de un FV en La Franca (Asturias) [15]



Fig. 6. Instalación y resultados de un FV en Denia (Alicante) [16].

6. Referencias

- [1] PENUMA, «Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO 6. Resumen para responsables de formular políticas,» 2019. [En línea]. Available: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27652;jsessionid=96A2EF70E1EC6D6F68DB8603AEDFB80C>. [Último acceso: 06 02 2022]
- [2] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>. [Último acceso: 06 02 2022].
- [3] OMS, «1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, según UNICEF y la OMS, » 2019. [En línea]. Available:

- <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water—unicef-who>. [Último acceso:06 02 2022].
- [4] ONU, «Los desafíos del agua,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/global-issues/water>. [Último acceso: 06 02 2022].
- [5] UNESCO, «Aguas residuales, el recurso desaprovechado,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/04/Informe-Mundial-de-las-Naciones-Unidas-sobre-el-Desarrollo-de-los-Recursos-Hidricos-2017.pdf>. [Último acceso:06 02 2022].
- [6] FAO, «Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1185408/>. [Último acceso: 07 02 2022].
- [7] Sala, L, «Agua y civilizaciones antiguas,» 2015. iagua. [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/blogs/lluis-sala/agua-y-civilizaciones-antiguas> [Último acceso: 07 02 2022].
- [8] Josiah C. Russell, «Population in Europe". The Fontana Economic History of Europe: The Middle Ages», Tomo I Edición de Carlo M. Cipolla. Glasgow: Collins/Fontana, pp. 25-71, 19720
- [9] Pankratz, T., «Water disinfection: one of humankind's greatest public health achievements,» *Global Water*, Vol 19, Issue 2, 20180
- [10] USEPA, «Proposed revisions to the Water Quality Planning and Management Regulations,» 1999. Proposed Rule 40 CFR Part 130. 162 p.
- [11] Daughton, C.G. & Ternes, T.A., «Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Agents of Subtle Change?,» *Environmental Health Perspectives*, Vol 107, Supplement 6, pp 907-938. 19990
- [12] Gomez, D.; Martin, T.; Martinez, F.; Corvea, JI., «A comparison of different methodologies for designing land application systems: Case study at the Redueña WWTP,». *Desalinat. and Wat. Treat.* 4, 98-102. 20090
- [13] Pradana, R., Hernández-Martín, J.A., Martínez-Hernández,V., MeffeR., De Santiago-Martín, A., Pérez Barbón, A. DE Bustamante. I., «Attenuation mechanisms and key parameters to enhance treatment performance in vegetation filters: A review,» *J. Environ. Manag.* 300, 113752. 20210
- [14] De Miguel, A.; Meffe, R.; Leal Meca, M.; González Naranjo, V.; Martínez-Hernández, V.; Lillo J.; Martín, I.; Salas, J.J.; De Bustamante, I.; «Treating municipal wastewater through a vegetation filter with a short-rotation poplar species,» *Ecol. Eng.*, 73, 560-568. 20140
- [15] Álvarez, A.; Meffe, R.; Pérez Barbón, A.; Díaz, A.; Patricia Terrero; Campos, E.; De Bustamante, I., «Regeneración de aguas tratadas mediante filtros verdes intensivos. La experiencia piloto en la depuradora de La Franca en Asturias,» *RETEMA*, 30/198, pp. 44 - 51. 20170
- [16] Martínez-Hernández, V.; Meffe, R.; Hernández Martín, J.; De Santiago Martín, A.; De Bustamante, I.; Martínez. G; Martínez Cosín, JM., «Filtros verdes para el tratamiento de nutrientes y contaminantes de preocupación emergente: adaptación de la tecnología a aguas residuales con elevada salinidad. *FuturENVIRO*, N° 73, 98-101. 20200

Enseñanza remota de emergencia VS enseñanza online

Jaime Oyarzo Espinosa

Universidad de Alcalá (España)

jaime.oyarzo@uah.es

Resumen. Este artículo describe los pasos a seguir para estructurar y organizar un curso en línea implementado en base a modalidades: síncrono, asíncrono e híbrido. Este artículo resume experiencias, reflexiones, sugerencias y recomendaciones para apoyar al profesor en este proceso de transición.

Palabras clave: Enseñanza online, síncrono, asíncrono

1. Introducción

Producto del impacto de la pandemia del COVID-19, las instituciones educativas tradicionalmente orientadas a la enseñanza presencial debieron migrar de forma urgente a lo que Hodges et al. (2020) [1] han dado en llamar ‘enseñanza remota de emergencia’.

En medio de los grandes esfuerzos para superar las dificultades inherentes de la enseñanza remota de emergencia, se abren momentos de reflexión sobre nuevas formas de educación, recogiendo la experiencia ya existente de la educación en línea de calidad.

Enseñar a distancia es un gran desafío y una gran oportunidad para reforzar competencias en la búsqueda de información, creación de contenidos, comunicación por diferentes medios, una pedagogía activa, un entorno seguro, un espíritu crítico y la resolución de problemas.

2. Objetivos

- Identificar las dificultades de la enseñanza remota de emergencia
- Identificar competencias digitales docentes y nuevos roles de profesores y estudiantes
- Ideas, sugerencia y mejores prácticas de formas síncronas y asíncronas

3. Desarrollo de la experiencia

El paso de la presencialidad a la virtualidad no es automático. Requiere cambios, necesita competencias digitales docentes y asumir un innovador rol docente.

Este artículo resume experiencias, reflexiones, sugerencias y recomendaciones que contribuyan y apoyen al profesor en este proceso de transición.

3.1. Modelo de diseño instruccional

‘El diseño instructivo es el desarrollo sistemático de especificaciones instruccionales utilizando las teorías de aprendizaje para asegurar la calidad de la instrucción. Es un completo proceso de análisis de las necesidades de aprendizaje y los objetivos y la implementación para satisfacer esas necesidades. Incluye el desarrollo de materiales y actividades instructivas y la evaluación de las actividades de instrucción y las actividades de los estudiantes’. University of Michigan (1996) [2]

Tradicionalmente, la construcción de materiales educativos ha contado con largos ciclos de desarrollo. La introducción de tecnología computacional constituye un método efectivo y rápido de producción-actualización y revisión continua que garantiza la actualidad y reutilización.

Existen diferentes modelos, con particularidades, características y preferencias. Este artículo, hace referencia al modelo ‘Backward Design’ ‘diseño en retrospectiva’ o ‘diseño de atrás hacia adelante’ de McTigue y Wiggings (McTigue & Wiggings 2004) [3] cuyos tres pasos ilustra la Fig.1.

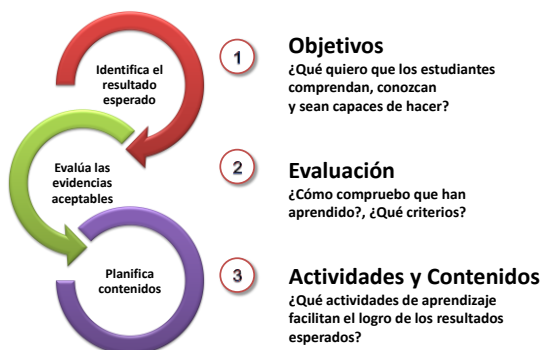


Fig. 1 Proceso del diseño en retrospectiva

3.2. Pasos del diseño Instruccional en retrospectiva

1º paso: Objetivos. Identifica el resultado esperado

Este paso responde a las siguientes preguntas:

- ¿Qué deben comprender, conocer y ser capaces de hacer?
- ¿Qué deben saber para aprobar?
- ¿Qué comprensiones críticas deben conservar?
- ¿Qué sabrán y lo más importante, que serán capaces de hacer?

Los objetivos/ resultados de aprendizaje/ competencias se describen en términos de: ‘Al final de este curso/ unidad/ lección ‘los estudiantes serán capaces de...’, por ejemplo (lección): *Explica al menos 5 reglas de etiqueta y puntuación para escribir e-mails precisos y claros.*

2º paso: Evalúa las evidencias aceptables

- ¿Cómo compruebo que han aprendido?

- ¿Con qué criterios?
- ¿Cómo mido el resultado?

Mediante evaluación, ejercicios de rendimiento, tareas, proyectos y pruebas de comprensión que incluyan la autorreflexión y autoevaluación del aprendizaje.

Las rúbricas son una valiosa herramienta y guía para completar la tarea y ayudan al estudiante a comprender qué se espera de él, cómo será evaluado y cómo puede mejorar.

3º paso: Planifica el contenidos y experiencias de aprendizaje

- Actividades de aprendizaje que faciliten el logro de los resultados esperados
- Metodología de enseñanza para alcanzar los resultados de aprendizaje
- Estrategias para ‘engancha’ a los estudiantes
- Adapta recursos y materiales al interés y estilos de aprendizaje individuales

4. Estructura de Contenidos

La Tabla 1 describe dos alternativas.

Tabla 1 Fluidez de los contenidos

Máxima flexibilidad	Secuenciación de contenidos
Los estudiantes eligen su propio camino hacia el aprendizaje. Riesgo potencial de perder información clave.	Define una estructura secuencial a seguir. Riesgo: sacrificas la flexibilidad.

La sensación de mayor libertad refuerza la motivación y responsabilidad del ritmo de aprendizaje, como subrayan todas las teorías pedagógicas. Una estructura inflexible, puede afectar negativamente la motivación.

Los videojuegos son un buen ejemplo del control de las secuencias. El jugador no puede acceder a un nivel superior, a menos que domine el nivel inferior. Sin embargo, dentro de cada nivel, tiene toda la flexibilidad para explorar distintas alternativas y para elegir su propio camino de aprendizaje, fuertemente motivado por alcanzar un mejor resultado y avanzar al siguiente nivel.

A continuación, organizamos y relacionamos cada actividad de aprendizaje con contenidos, recursos y herramientas, en base a diferentes criterios, por ejemplo:

- En 1º lugar las actividades más difíciles. Los estudiantes necesitan más ayuda
- En 2º lugar, las actividades más sencillas de resolver
- Identifica las actividades individuales y de grupo
- Crea un calendario o cronograma semanal del curso
- Especifica la modalidad de cada actividad (síncrona, asíncrona o presencial)

5. ¿Síncrono o Asíncrono?

5.1. Curso Online Síncrono

En esta modalidad, los estudiantes verifican su disponibilidad de horarios, el equipamiento necesario (computador, micrófono, cámara web), una conexión a Internet y una herramienta de videoconferencia, como:

- Zoom <https://zoom.us/>
- Google Meet <https://apps.google.com/meet/>
- Microsoft Teams <https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-teams/>
- Adobe Connect, <https://www.adobe.com/es/adobe-connect>
- Blackboard Collaborate <https://www.blackboard.com/es-es>

Como profesor, dedica las sesiones síncronas a temas y actividades que requieran una comunicación en tiempo real para ser efectivas. Para aprovecharlas al máximo, considera las siguientes sugerencias:

- Ofrece contenidos, conocimientos o actividades interesantes
- Breve y ágil: vídeos que no duren más de 1-5 minutos, textos de 1 o 2 párrafos
- No describas conceptos nuevos. Muestra casos de aplicación y responde dudas (introduce nuevos conceptos en material enviado antes de la sesión síncrona)
- Frecuencia: 1-2 veces/semana
- Menos sesiones síncronas y más actividad asincrónica (que requiere más material didáctico adecuado para el aprendizaje independiente)
- Normas para interactuar (entre estudiantes y con el profesor). Por ejemplo, mantener el micrófono apagado y encenderlo sólo cuando hablen
- Graba sesiones, aseguras acceso a quienes no pueden asistir a la sesión virtual
- Divide un gran grupo en grupos pequeños y repite la sesión en días diferentes

5.1.1. Mejores prácticas y sugerencias

Antes de la sesión en línea

- Comparte materiales en la nube con: Google Drive <https://drive.google.com> (5GB disponibles) Dropbox <https://www.dropbox.com> (2GB) o Microsoft OneDrive <https://onedrive.live.com> (5GB)
- Pide a cada estudiante una presentación individual al comienzo del curso, con ayuda de herramientas gratis de debates cortos basados en vídeo, como Flipgrid <https://flipgrid.com> de Microsoft
- Envía en los días previos, un correo electrónico a los estudiantes con:
 - o Cuestionario o encuesta (1-3 preguntas, p.ej. formularios Google <https://docs.google.com/forms>) para verificar conocimientos previos. Las respuestas te ayudan a adaptar el contenido y la forma de impartir la clase
 - Incluye preguntas de selección múltiple y comentarios explicativos en un video (Youtube o Vimeo), p.ej. con EdPuzzle <https://edpuzzle.com>
 - Distribuye materiales para prepararse (videos, secuencia ppt)
 - Tareas previa a la clase (y que demuestras al comienzo de la clase)
 - Graba video o podcast de 1-2 minutos de bienvenida, enviada por mail, con un lenguaje informal. Describe contenidos y expectativas de la clase

- Envía el enlace web a sesión síncrona (comprueba que funciona)
- Prepara un plan 'B' (p.ej una presentación ppt que envías antes).

Durante la clase en línea

- Ingresa a sesión síncrona 15-20 minutos antes y comprueba la conexión
- Conéctate paralelamente desde otro ordenador, teléfono o navegador como estudiante, para verificar la vista del estudiante
- Cierra las aplicaciones innecesarias en tu ordenador, para maximizar los recursos y limitar las distracciones
- Crea una contraseña, si es necesario garantizar la privacidad de la sesión
- Al ingresar, silencia micrófonos de estudiantes (o pídeselos al comienzo)
- Aprovecha los primeros momentos de la sesión, mientras los estudiantes ingresan, para un rápido contacto con los estudiantes conectados
- Pide a tus estudiantes que enciendan sus cámaras al comienzo de la clase para un saludo y contacto social del grupo
- En caso de problemas de transmisión, continua sólo con audio, que utiliza menos ancho de banda
- Realiza preguntas en puntos de dificultad previsto
- Haz pausas con regularidad y pide que hagan preguntas. Otorga suficiente tiempo para que los estudiantes preparen y respondan las preguntas
- En una larga sesión, haz una pausa para que los estudiantes se alejen de sus ordenadores unos minutos
- Que un instructor o asistente supervise el chat, que responda preguntas, o que las resuma para contestar al finalizar la clase. Un estudiante (rotativo) puede asumir ese papel en cada sesión
- Usa salas (breakout rooms) para que los estudiantes participen en grupos más pequeños en debates y trabajo en grupo
- Mantén la calma y control ante un problema técnico, reconócelo y pide un momento para intentar resolverlo. Si es complejo, reprograma la sesión
- Si una herramienta no funciona, prepara otras alternativas (láminas con captura de pantalla, por ej.)
- Muestra una actitud positiva hacia el aprendizaje en línea. Aprovecha el tiempo y resaltar los buenos resultados de aprendizaje esperados

Actividades y herramientas de conexión síncrona -> asíncrona

Conecta los momentos síncronos y asíncronos. Crea actividades de aprendizaje que comiencen en un momento y que continúen en otro, por ej.

- Sondeo o encuesta con una pregunta de discusión. Los estudiantes eligen un bando y, una vez cerrado el sondeo, el profesor explica las respuestas correctas e incorrectas. Herramienta para interactuar en tiempo real Wooclap <https://www.wooclap.com> o Socrative <https://www.socrative.com>
- Asigna una tarea (con fecha de entrega en calendario), con clara descripción y pasos a seguir (importante). Reserva 2-3 minutos para que cada estudiante 8º grupo) presente su tarea. Por ej. Resume (la idea, concepto, tópico) en un mapa conceptual, máximo 10-15 conceptos (Considera el uso de rúbricas)
- Una pregunta o idea resumen de la sesión, es debatida en un foro después de la clase. Cada estudiante escribe una respuesta personal y al menos dos

comentarios a respuestas de sus compañeros (no vale ‘Si/No’ o ‘estoy/ No estoy de acuerdo’). Evalúa esta actividad si quieres asegurar la participación.

5.2. Curso online Asíncrono

Con actividades de aprendizaje SIN interacción en tiempo real. Con el material y actividades en línea. El estudiante es autónomo, planifica su ritmo y tiempo de dedicación al estudio, tareas o actividades individuales o en grupo.

Las actividades están organizadas en torno a material y videos pregrabados. Los estudiantes los ven en su momento y avanzan a su propio ritmo.

El compromiso y participación de los estudiantes se mide con la analítica del LMS, resultados de exámenes, y análisis de videos (quién los vio, por cuánto tiempo, etc.)

Las herramientas de comunicación o interacción más utilizadas son el sistema de gestión del aprendizaje (LMS), correo electrónico, foros, etc.

5.2.1. Actividades y herramientas asíncronas

El aprendizaje asíncrono puede resultar abrumador para los profesores acostumbrados a reunirse con los estudiantes en el aula. Estos consejos pueden ser de utilidad:

- Convierte conceptos y tópicos en vídeos cortos (2-5 minutos, no más de 10 minutos) con herramientas como Screencast-O-Matic <https://screencast-o-matic.com/home> Complementa el vídeo con texto, fotos y láminas ppt.
- Convierte un video (Youtube o Vimeo) en una lección, incluye preguntas de múltiple selección, comentarios y notas explicativas con EdPuzzle <https://edpuzzle.com>
- Reemplaza las instrucciones en texto con cortos videos de captura de pantalla con Screencast-O-Matic

Apoya a los estudiantes a gestionar su tiempo de forma independiente, comparte un calendario planificado cronológicamente que permita:

- ver las actividades de los estudiantes y del profesor
- control periódico del progreso académico y de fechas de pruebas y entregas;
- distribución y organización del tiempo de estudio y evita la sobrecarga

Calendario de actividades de aprendizaje			
Semana/ Módulo		4	
Lunes, Martes	Miércoles	Jueves-Viernes	Lunes 28/9, 12.00 (próx. semana) Fecha límite entrega.
Podcast (audio): Presentación Módulo 4	Video-conferencia, (23/Sept.16:00 Madrid,Malmö, 11.00 Argentina, 11.00 Chile, 22:00 Shanghai).	Cuestionario (evaluado) módulo 4	Entrega de tarea en la comunidad Google.
Mi reflexión personal en mi blog	(prepara tus preguntas y dudas para la video-conferencia)	Web: Licencias Creative Commons España	
Presentación: qué son los Recursos Educativos Abiertos?	Entrevistas (2)	Lecturas opcionales: material de referencia y bibliografía.	
Objeto de aprendizaje "Usar Recursos Educativos Abierto para la práctica educativa"	Video: Licencias Creative Commons.	Lecturas: ¿Cómo encuentro las herramientas Web 2.0 que necesito?	
		Lecturas: ¿Cómo encuentro los recursos educativos abiertos (REA) que necesito?	

Fig. 2 Calendario de actividades de aprendizaje

5.3. Laboratorios Virtuales y Demostraciones

La simulación educativa es una poderosa técnica y un llamado a la acción para la práctica independiente. Un modelo que imita o replica algunos aspectos de un sistema o fenómeno simplificado para facilitar la experimentación y el aprendizaje.

Ejemplo: Simulaciones interactivas de ciencias y matemáticas de la Universidad de Colorado Boulder <https://phet.colorado.edu/es>

5.4. Debate

Los foros o espacios de debate ayudan que los estudiantes interactúen sin estar simultáneamente conectados. Es posible también, utilizar redes sociales, con una etiqueta (hashtag) en el caso de Twitter <https://twitter.com>

5.5. Proyectos en grupo

En el aprendizaje basado en proyectos (Project-Based Learning, PBL) los estudiantes participan activamente en proyectos del mundo real. Pueden editar las presentaciones e informes del grupo mediante documentos compartidos, p.ej. con Google Docs.

6. Ejemplos de Actividades Síncronas y Asíncronas

La Tabla 2 muestra diferentes ejemplos de actividades.

Tabla 2 Actividades de aprendizaje en línea y mixto

Actividad	Síncrona	Asíncrona
Crear videoblogs		X
Escribir o crear historias de forma colaborativa	X	X
Producir contenidos (documentos, hojas de cálculo, etc.)	X	X
Foros de debate o chats basados en texto *	X	X
Portafolios electrónicos		X
Juegos/gamificación *	X	X
Tutoría (enseñanza y evaluación en línea)		X
Mapas conceptuales, gráficos interactivos, etc.	X	X
Presentaciones multimedia	X	X
Comprobación de plagio, mediante herramientas		X
Cuestionarios y encuestas *		X
Videoconferencias y videochats *	X	
Crear y compartir vídeos *		X
Explorar galerías virtuales	X	X
Escenarios de realidad virtual	X	X
Creación de wikis		X

International Baccalaureate Organization (2020) [4] (Traducción propia).

() denota actividades en que se puede participar desde un móvil.*

7. Evaluación

Instituciones y grupos de investigación han analizado procedimientos alternativos de evaluación, para un modelo de evaluación no presencial, que considere las dimensiones metodológicas, normativa y tecnológica. Aunque no existe una solución única para la evaluación no presencial, plantean algunos consejos:

- ‘Evaluar sin discriminar’, que proteja los derechos de los estudiantes
- Asegurar la equidad considerando aspectos como la brecha digital
- Evaluación continua adaptada a las diferentes actividades formativas
- Informar a los estudiantes con antelación de los cambios en el sistema de evaluación y facilitar instrucciones precisas antes de cada actividad
- Utilizar rúbricas, guía o criterios de corrección y calificación, precisos y objetivos para evaluar las distintas actividades formativas, detallando el impacto de cada una en la nota final
- Informar a los estudiantes si se utiliza un programa de control de plagio

7.1. Procedimientos de Evaluación No Presencial

Tabla 3 Procedimientos de Evaluación No Presencial

Descripción, recomendaciones	Modalidad	Evidencias
Examen Oral		
Expresión oral y participación del estudiante. Duración breve en caso de gran número de estudiantes.	Síncrona	Registro, grabaciones
Prueba escrita abierta		
Prueba cronometrada. Pueden consultar apuntes, material de apoyo y/o acceder a internet. Construir varios modelos de exámenes distintos, si el número de estudiantes es alto.	Síncrona Puede complementarse con entrevista oral	Registro
Opción múltiple		
Exámenes de respuesta múltiple (test). Evaluar conocimientos o contenidos o como autoevaluación.	Síncrona Asíncrona	Registro
One minute paper		
Preguntas abiertas (una o dos) concretas y claramente definidas, antes de finalizar una sesión. Para evaluar que los estudiantes han comprendido la sesión formativa.	Síncrona	Registro
Trabajo académico		
Trabajos individuales o grupales, desde breves y sencillos hasta trabajos amplios y complejos propios de últimos cursos.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro, grabaciones
Mapas conceptuales		
Representación de conceptos gráficos para construir, organizar e interrelacionar ideas y conceptos clave.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro
Diario reflexivo		
Informe personal, narración sobre tarea, detalles de acciones emprendidas. Incluye preocupaciones, sentimientos, observaciones, hipótesis, explicaciones, etc.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro
Portafolio		

Recoge evidencias que demuestran conocimientos y competencias en una materia o curso, en base a guía y criterios especificados por el profesor.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro
Proyectos		
Evalúa capacidad para aplicar conocimientos y habilidades. Fomenta trabajo autónomo y en equipo. Valora capacidad de investigación y búsqueda de información.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro
Problemas/Casos		
Planteado por el profesor. Para solucionarlo, el estudiante debe buscar, entender e integrar conceptos de la asignatura.	Asíncrona (Rúbrica)	Registro, grabaciones

8. Mejores prácticas para crear cursos en línea

- Vídeo de bienvenida. Incentiva que también los estudiantes elaboren un corto vídeo de bienvenida y lo publiquen en un espacio de discusión
- Vídeo de introducción al curso (descripción general del programa, organización del curso, tareas y normas de calificaciones, evaluación, información de contacto, fechas importantes y recorrido por un módulo o unidad específica)
- Actualiza semanalmente la información y recordatorios del curso, señalando las tareas pendientes y respondiendo las preguntas de los estudiantes
- Invita a ponentes y expertos en la materia en chats o sesiones síncronos para que compartan sus experiencias y respondan preguntas
- Insertar comentarios breves y resaltar áreas específicas en una captura de pantalla o graba un vídeo para obtener un ‘feedback’ más detallado con una herramienta como Snagit <https://www.techsmith.com/screen-capture.html>
- Que los estudiantes dirijan el debate. La motivación de los estudiantes aumenta si asumen la iniciativa o dirigen en lugar de limitarse a participar

9. Formación en competencias digitales docentes

Como ilustra la Tabla 4. Es esencial que la formación se base en la experiencia y conocimiento de los profesores, considerando las características de sus estudiantes.

Tabla 4 Categorías de formación del profesorado

Categoría	Resultados de aprendizaje
Incorporación técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Acceder y navegar plataforma LMS • Dirigir sesiones, crear y publicar tareas (compartir pantalla, múltiples participantes, etc.) • Gestionar entrega de contenidos (email, mensajes SMS, llamadas telefónicas, etc.) • Gestionar funciones interactivas (salas de reuniones, pizarras en línea, encuestas, etc.) • Funciones avanzadas (recopilación y análisis de datos)

	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar herramientas para colaborar entre profesores
Diseño Instruccional	<ul style="list-style-type: none"> • Crear planes de lecciones flexibles para impartir de forma presencial o a distancia • Impartir eficazmente las lecciones a distancia y comprobar el aprendizaje • Crear y administrar evaluaciones, garantizando la equidad • Equilibrar modos de participación síncrona y asíncrona • Gamificar el aprendizaje y realizar actividades no académicas • Enfoque pedagógico en soluciones de aprendizaje a distancia
Compromiso de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer participar a los estudiantes mediante diferentes formas (p.ej. proyectos, debates) • Cultura del aula a distancia (normas del aula, hábitos de retroalimentación) • Adaptar lenguaje, actividades y apoyo emocional en función de las necesidades de los estudiantes • Motivar a los estudiantes en un entorno remoto • Establecer prácticas para participación de las familias en entornos de aprendizaje híbridos • Ser culturalmente sensible y reconocer prejuicios • Desarrollar procesos para la colaboración de los estudiantes

(Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura UNESCO, (2020), *COVID-19 response–remote learning strategy* [5] (Traducción propia)

10. Conclusiones

Es fundamental compartir experiencias, reflexiones, sugerencias y recomendaciones que ayuden al profesor en este proceso de transición.

Debemos también reflexionar sobre otra forma de educación e idear formas y métodos diferentes del modelo presencial al cual estábamos habituados.

Porque, si algo es seguro, es que no volveremos a una educación 100% presencial. Probablemente transitaremos a un modelo híbrido, que combine lo mejor de la virtualidad y la presencialidad.

11. Referencias

1. Charles B. Hodges, Stephanie Moore, Barbara B. Lockee, Torrey Trust, and M. Aaron Bond (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*. <https://bit.ly/32x6iS1>
2. University of Michigan (1996) *What Is Instructional Design?* <https://bit.ly/3rSXA9i>
3. McTigue, J., & Wiggings, G. (2004). *Understanding By Design*. Association for Supervision and Curriculum Development, ASCD Publications.
4. International Baccalaureate Organization (2020). *Online learning, teaching and education continuity planning for schools*. <https://bit.ly/2T4mxRq>
5. Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO (2020). *COVID-19 response–remote learning strategy*. <https://bit.ly/3oHdYYB>

Trabajos de Investigación

El desafío de enseñar a representar estereofórmulas en la virtualidad

Ayelén Florencia Crespi¹, Juan Manuel Lázaro-Martínez¹

¹ Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires (Argentina)
ayelencrespi@gmail.com; jmlazaromartinez@gmail.com

Resumen. Para la representación de la estructura química de las moléculas nos valemos de un modelo mental debido a que no es posible observarlas. Para ello, se requiere el dominio de conceptos como estructura molecular, la constitución y conectividad entre átomos, configuración y geometría molecular, quiralidad, etc. Esto conlleva a que, contenidos como estereoquímica en asignaturas de química orgánica representen una gran dificultad para los estudiantes. La emergencia sanitaria por la pandemia de COVID-19 ha provocado un cambio en la *manera de enseñar*. Por ese motivo, en este trabajo evaluamos el efecto que tuvo en los alumnos la virtualidad al momento de aprender este tipo de contenido y los desafíos que representó en los docentes su enseñanza.

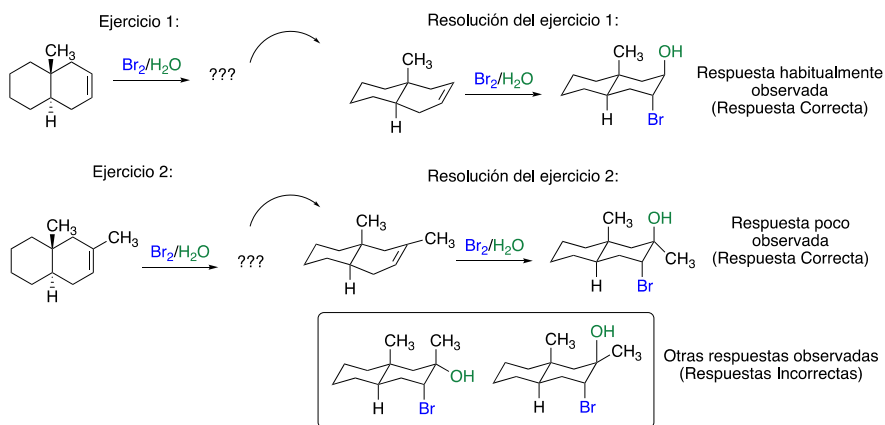
Palabras clave: Estereofórmulas. Virtualidad. Química Orgánica.

1. Introducción

Uno de los mayores desafíos que se presenta a la hora de enseñar química, y más aún química orgánica, es la correcta representación de las estructuras químicas. Particularmente, en química orgánica se requiere el entendimiento de por qué los elementos se distribuyen de determinada manera en el espacio, cuáles son las distancias y los ángulos que separan un átomo de otro dentro de una molécula y qué incidencia tiene dicha distribución sobre sus propiedades y reactividad.[1][2] Dependiendo de los aspectos que se quieran mostrar de una estructura, existen diferentes sistemas simbólicos de notación para representarlas como sucede, por ejemplo, con las *estereofórmulas*. [3] Este tipo de representaciones intentan mostrar la estructura tridimensional de moléculas orgánicas y como esa estructura condicionará las reacciones químicas que las involucran pudiéndose citar por ejemplo lo que sucede con los ciclohexanos, ciclohexenos, y sistemas fusionados complejos.[4] En cursadas presenciales, la representación de esas estructuras químicas (como así las reacciones químicas de los compuestos y sus mecanismos de reacción) es llevada a cabo por los docentes haciendo uso de un pizarrón, y para lograr el pasaje de dos dimensiones a tres dimensiones, en general, se recurría a los llamados *modelos moleculares* de bolas y palillos donde cada bola representa un átomo y los palillos las uniones químicas entre ellos. El aprendizaje de asignaturas como química orgánica implica que el estudiante tome conciencia del carácter representacional del modelo, comprenda sus significados y opere *con y sobre ellos*. [5][6] Debido a la emergencia sanitaria por COVID-19, todos

los niveles educativos debieron adecuar sus aulas a la virtualidad. Como consecuencia, la representación en dos dimensiones de estereofórmulas, se realizó casi en su totalidad empleando herramientas de simulación computacional como lo son los softwares: ChemDraw, ACD/ChemSketch, ChemOffice, entre otros.[7] Uno de los contenidos esenciales de la asignatura Química Orgánica II del ciclo común perteneciente a las carreras de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, es “Estereoquímica de las reacciones” donde se aborda puntualmente la representación bidimensional y tridimensional de anillos de 6 eslabones (ciclohexanos) y anillos fusionados (*cis* y *trans*-decalinas y esteroides).

Si bien los softwares para esquematizar diversos tipos de moléculas orgánicas han facilitado la tarea docente durante las clases virtuales en el contexto de la pandemia de COVID-19, hemos observado que los alumnos no dedican el tiempo necesario para familiarizarse con la escritura a mano alzada de diversas moléculas como son las decalinas y los esteroides. En este aspecto se observa que muchas veces los alumnos saben esquematizar estas moléculas en un contexto aislado de aprendizaje memorístico (tanto en clases presenciales como virtuales) (Ejercicio 1, Esquema 1). Sin embargo, cuando se indaga en una reacción química en donde se busca integrar procesos aislados, es cuando se evidencia la falta de comprensión de los temas impartidos (Ejercicio 2, Esquema 1).



Esquema 1. Ejercitación de estereoquímica de las reacciones donde suele ponerse en evidencia la comprensión o no de los temas impartidos.

Si bien ambas secuencias son muy similares la presencia de un grupo metilo en el plano del alqueno produce una equivocación habitual a la hora de resolver ejercicios en el contexto de un examen. Si bien la estereoquímica de la adición de bromo en agua a un doble enlace ya ha sido explicada en detalle en el contexto de la asignatura previa de Química Orgánica I, llamativamente la presencia del grupo metilo conduce a respuestas erróneas que van desde no respetar la posición axial/ecuatorial de los sustituyentes como la secuencia mecanística por la cual se explica la disposición de tipo *anti* de los grupos en el producto a obtenerse luego de la adición de agua al ión bromonio cíclico intermediario. A partir de estas observaciones nos propusimos dedicar

especial atención a la representación tridimensional de este tipo de moléculas por parte de alumnos avanzados de Química Orgánica en el contexto de una cursada virtual.

2. Objetivos

En este trabajo evaluamos la dificultad que le representa a los alumnos la comprensión al momento de dibujar estructuras orgánicas, en un contexto en el cual las clases expositivas de los docentes son casi en su totalidad mediante el empleo de programas de simulación, donde no se utiliza el pizarrón.

3. Metodología

Escenario. La experiencia fue llevada a cabo durante la cursada 2021 del curso “Química Orgánica II”. Dicha asignatura es un curso cuatrimestral que se dicta de marzo a junio en el tercer año de las carreras de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Las clases se encuentran divididas en *teóricas*, no obligatorias dictadas para todos los alumnos inscriptos en la materia y *seminarios/talleres*, de carácter obligatorio, los cuales se encuentran estructurados principalmente de modo expositivo en los que los alumnos son divididos en comisiones. Cada seminario tiene una duración de 3 horas dos veces por semana con un temario prefijado, conocido por los alumnos, y cuenta con una guía de resolución de problemas común con la cual se desarrollan las clases.

Participantes. Participaron voluntariamente un total de 100 alumnos correspondientes a cuatro comisiones distintas. La mayoría de ellos (90%) cursó de manera presencial la asignatura Química Orgánica I en la cual se abordan los contenidos de isomería, estereoisomería, análisis conformacional y configuracional de cicloalcanos y compuestos derivados.

Diseño de la experiencia. Los temas elegidos para llevar a cabo la experiencia fueron “Estereoquímica de las reacciones” y “Esteroides” los cuales corresponden a cuatro clases de seminario consecutivas, ubicadas curricularmente en la mitad del cuatrimestre. Se confeccionó un video en donde los docentes dibujaron en lápiz y papel las estructuras correspondientes a un ciclohexano, una *trans*-decalina junto a una *cis*-decalina y su confórmero, haciendo hincapié en la orientación espacial, longitudes y ángulos de enlace el cual se compartió a los alumnos mediante la plataforma “YouTube” (<https://www.youtube.com/watch?v=nbMvnHJDxr0>) luego de haber finalizado la clase de seminario en la cual se explicó el tema mediante la plataforma “Chemdraw” en la cual las longitudes y ángulos de enlace de las moléculas están tabulados por el programa, inclusive algunos compuestos como los ciclohexanos en conformación ya se están pre-armadas.

Procedimiento. Luego del primer examen regulatorio en el cual se evaluaron estereoquímica de las reacciones y esteroides, se llevó a cabo una encuesta de seis preguntas mediante las cuales se evaluó la dificultad que representó para los alumnos

la comprensión de los contenidos dictados, la representación de las estructuras químicas en conformación antes de ver el video. Los resultados de la encuesta se analizaron mediante gráficos de torta. Además, se tuvieron en cuenta las estructuras representadas por los alumnos en el primer parcial regulatorio de la asignatura y se las comparó con exámenes de años anteriores (pre-pandemia).

4. Los resultados

En la figura 1 se detallan las preguntas realizadas a los alumnos y las respuestas obtenidas. A partir de estos resultados se puede observar que, si bien las herramientas de simulación son un gran complemento a la hora de enseñar estructuras tridimensionales, el empleo de herramientas como un video en el cual los estudiantes ven *representar* en lápiz y papel las estructuras correspondientes a las *cis* y *trans*-decalinas, o el pizarrón es considerado necesario por parte de los alumnos para la comprensión de este tipo de contenidos.

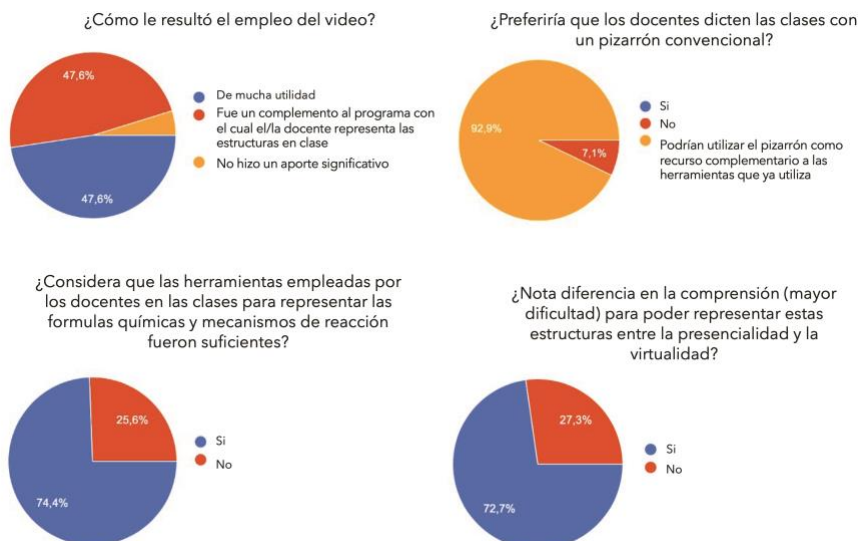


Fig. 1. Resultados de la encuesta realizada a los alumnos representados mediante gráficos.

Cabe destacar que la mayoría de los alumnos que respondieron la encuesta evidencian una mayor dificultad al momento de comprender la representación de este tipo de sistemas en comparación a las cursadas de tipo presencial. A partir de estos resultados obtenidos, se llevó a cabo el análisis de las respuestas correspondientes a los temas estereoquímica de las reacciones y esteroides en los exámenes de la cursada. Cabe destacar que la modalidad de examen en la virtualidad sigue siendo escrita dado que a los alumnos se les carga el archivo del examen en el aula virtual de la materia, ellos lo resuelven con lapicera y papel, le sacan foto a la resolución de los ejercicios y lo vuelven a cargar en el aula virtual.

En la figura 2 se pueden observar estructuras representadas por los alumnos en los parciales y su comparación con la representación mediante el software ChemDraw.

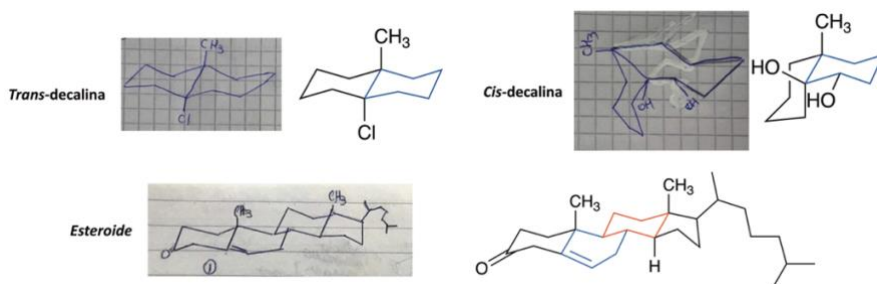


Fig. 2. Representaciones conformacionales llevadas a cabo por alumnos (dibujo a mano alzada) y docentes (representación gráfica empleando el software ChemDraw).

En el 60% de los exámenes analizados de la cursada 2021, y comparados con exámenes de años anteriores de cursada presencial, los alumnos presentan mayor dificultad al momento de representar dos parámetros moleculares de los sistemas *cis*-decalinas, *trans*-decalinas y esteroides: longitud y orientación de los enlaces. Con respecto a la longitud de los enlaces, se observa que los alumnos no logran representar los diferentes tipos de enlace dependiendo la hibridación de los átomos involucrados; en cuanto a la orientación de los enlaces, no hay una clara distinción entre enlaces axiales y ecuatoriales. En la figura 3 se pueden observar algunos ejemplos de los diferentes errores cometidos en los exámenes.

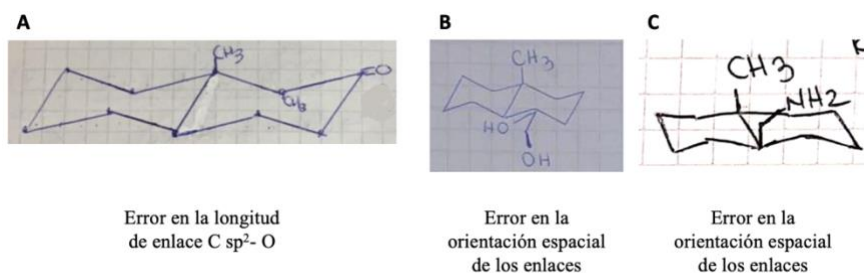


Fig. 3 Errores cometidos en los exámenes. Error en la representación del grupo carbonilo (A), error en la identificación y representación de los enlaces axiales y ecuatoriales (B) y (C).

Dentro de estos dos tipos de errores más frecuentes, la orientación espacial de los enlaces, representaron el 56% del total lo cual deja en evidencia la dificultad no solo en la representación de las moléculas sino en los mecanismos de reacción que las involucran dado que, dependiendo la orientación en el espacio de los distintos sustituyentes se favorecen o no ciertos tipos de reacciones químicas. Con respecto a los errores en la representación en la longitud de los enlaces, aquellas uniones que involucran carbonos de tipo *sp*² como grupos carbonilo de aldehídos y/o cetonas y alquenos fueron los más frecuentes. En la tabla 1 se detallan los porcentajes de cada tipo de error.

Tabla 1. Tipos de errores más frecuentes encontrados en los exámenes correspondientes a la cursada 2021.

Error frecuente	Porcentaje (%)
Longitud de enlace C=C/C=O	34
Longitud de enlace C-C	10
Enlace axial/ecuatorial	56

5. Conclusiones

El empleo de programas de simulación y representación de estructuras químicas actualmente nos permite desarrollar actividades de manera remota, sin embargo, no deben convertirse en la única herramienta empleada por el docente para materias como Química Orgánica. Hoy en día el alumno no solo debe ser capaz de comprender el concepto explicado en la clase expositiva, sino también, representar estructuras químicas sin que el docente *construya* dichas estructuras a mano alzada. Los tipos de errores encontrados en los exámenes muestran una falta de comprensión no solo en la representación sino a nivel reactividad de los compuestos cíclicos estudiados.

Si bien se observaron dificultades en la escritura de los sistemas de decalinas, encontramos que los alumnos mejoraron cualitativamente la representación de sistemas fusionados al ser evaluados en el temario de esteroides. Esto puede deberse a que los alumnos adquirieron la habilidad de visualizar, detectar y aprender de los errores incurridos durante el primer examen, al mismo tiempo que los esteroides ofrecen una plataforma de escritura más metódica y sistemática. En el caso de esteroides, si bien la complejidad estructural no fue un problema, se observaron ciertas deficiencias importantes en cuanto a reactividad química de diversos grupos funcionales en varios tipos de transformaciones. Esto denota la importancia de dedicar espacios de discusión con ejemplos claros que tiendan a que capten los errores que suelen cometerse. Si bien los espacios serían de utilidad, encontramos necesario llevar a cabo la corrección de ejercicios y su devolución al alumno para que ellos denoten sus dificultades/virtudes y puedan sacar provecho de las actividades tendientes a disminuir los errores que suelen observarse en la resolución de exámenes presenciales/virtuales. Dado que los conceptos de estereoquímica son importantes porque se utilizan extensivamente, no sólo en el área de Química Orgánica, sino también en Biología, Farmacia, Biomedicina, Bioquímica, Química Inorgánica y Química de Polímeros, entre otras, consideramos de vital importancia generar espacios de práctica asistida donde los alumnos puedan ser acompañados por ayudantes (debidamente instruidos para tal fin) en el proceso de enseñanza-aprendizaje y recalcar el impacto de la tridimensionalidad de moléculas en su actividad biológica a ser exploradas en materias del ciclo superior, pudiéndose introducir artículos científicos breves para tal fin.

6. Referencias

- [1] C. Barrado, I. Gallego, and M. Valero-García, “Usemos las encuestas a los alumnos para mejorar nuestra docencia,” *Jornades Docència del Dep. d'Arquitectura Comput.*, pp. 1–22, 2000.
- [2] G. D. Chittleborough and T. L. Mamiala, “The descriptive and predictive nature of teaching models,” pp. 1–33.
- [3] M. G. Lorenzo and J. I. Pozo, “La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: Eligiendo entre múltiples sistemas de notación,” *Cult. y Educ.*, vol. 22, no. 2, pp. 231–246, 2010.
- [4] A. S. Farré, S. Zugbi, and M. Gabriela Lorenzo, “El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. el lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento,” *Educ. Quím.*, vol. 25, no. 1, pp. 14–20, 2014.
- [5] M. Gabriela Lorenzo, A. Salerno, and M. Blanco, “¿Puede aprenderse química orgánica en la universidad presenciando una clase expositiva?,” *Educ. Química*, vol. 20, no. 1, pp. 77–82, 2009.
- [6] Y. Rahmawati, H. Dianhar, and F. Arifin, “Analysing students’ spatial abilities in chemistry learning using 3d virtual representation,” *Educ. Sci.*, vol. 11, no. 4, 2021.
- [7] E. P. Daza Pérez *et al.*, “Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC,” *Educ. Química*, vol. 20, no. 3, pp. 320–329, 2009.

O ensino das estações do ano para alunos não videntes

Maria Milena Tegon Figueira¹, Roberta Chiesa Bartelmebs¹

¹Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas. Universidade Federal do Paraná (Brasil)
milenategon@ufpr.br; roberta_bartelmebs@ufpr.br

Resumo. Este artigo trata-se de um recorte de uma pesquisa maior desenvolvida no trabalho de conclusão de curso. O tema em foco neste trabalho são as estações do ano e a inclusão de alunos cegos. Nosso objetivo principal, foi estudar e criar materiais concretos que possibilitassem o ensino do tema estações do ano para alunos com deficiência visual. A pesquisa foi pautada no Método Clínico-Crítico desenvolvido por Piaget e colaboradores. Primeiramente realizamos uma entrevista semi-estruturada e individual com alunos cegos, em seguida uma oficina com materiais concretos e posteriormente realizamos uma nova entrevista. A comparação dos dados revelam que os alunos possuem dificuldades de compreensão dos conceitos, ou seja, sabem os conceitos de uma forma decorada. Após a interação com o material verificamos significativas evoluções na aprendizagem dos alunos. Foi possível avaliar também a necessidade de adaptação de alguns materiais utilizados.

Palavras chaves: Deficiência visual. Estações do ano. Materiais concretos.

1. Introdução

Este trabalho é um recorte de uma pesquisa maior desenvolvida para obtenção do título de licenciada em Ciências Exatas. A pesquisa teve como objetivo geral, estudar, elaborar e testar materiais e estratégias para o Ensino de Astronomia Básica para alunos cegos. No entanto, devido ao limite de caracteres deste trabalho decidimos abordar aqui apenas o tópico das estações do ano.

O ensino de Ciências, em especial da Astronomia para alunos não videntes, é um trabalho que necessita de uma atenção especial. Isto porque, além de haver uma necessidade conceitual a ser dominada pelo professor, há também uma necessidade metodológica que possibilite o uso de recursos para tornar os conceitos menos abstratos.

Para os alunos com deficiência visual, se torna um grande desafio compreender a ocorrência das estações do ano sem o uso de um material concreto, uma vez que este conhecimento pode ser construído através da observação do movimento aparente do Sol. Nesse sentido, é apresentando no SNEF um material com potencialidade para trabalhar as estações do ano com alunos cegos e videntes, os autores mostraram como construir uma maquete tátil visual para representar do ponto de vista espacial como ocorrem as estações do ano [1]. No entanto, Santos alerta para as

restrições de priorizar apenas o tato no ensino, pois segundo a autora o apenas o toque, dificulta a percepção de alguns detalhes, o que pode dificultar a formulação de uma ideia sobre um determinado objeto [2]. Por isso a audição e a imaginação também são recursos que devem ser explorados no ensino de alunos com deficiência visual [2].

Diante das dificuldades apontadas acima, o objetivo principal deste trabalho foi elaborar, aplicar e analisar um material pedagógico para o ensino de Astronomia para alunos com deficiência visual. Nesse sentido, houve uma preocupação de estudar e criar materiais concretos e estratégias de ensino que possam colaborar com uma aprendizagem mais concreta e motivadora de temas relacionados a Astronomia Básica. Os principais temas abordados foram: localização no planeta Terra, movimentos da Terra e Estações do ano.

2. Inclusão de alunos com necessidades educativas especiais (nee)

Em uma busca ao dicionário sobre os significados conferidos à palavra incluir, encontramos equivalência com: “Pôr, colocar, conter em si, abranger” [3]. No entanto, segundo Medeiros quando se trata de incluir no processo educacional, consideramos que a concretização desses significados na prática está ligada à outra palavra: respeito [4]. Para que ocorra um processo pedagógico de inclusão é necessário haver respeito às diversidades de cada indivíduo, pois todos possuem habilidades e dificuldades.

Com isso, os processos de ensino e de aprendizagem devem adotar práticas pedagógicas que permitam às pessoas com deficiência aprender e terem reconhecidos e valorizados os conhecimentos que são capazes de produzir, segundo seu ritmo e na medida de suas possibilidades [4].

As leis de inclusão conquistadas hoje, são marcadas por várias lutas, e no que refere-se a deficiência visual, o marco zero dessa luta é considerado em 1854, quando D. Pedro II fundou o Imperial dos Meninos Cegos do Brasil (atualmente Instituto Benjamin Constant). Nesse ano iniciou-se a educação de pessoas cegas no Brasil [5].

A década de noventa foi marcada por muitas conquistas no que tange a inclusão. A primeira delas foi a criação do Estatuto da Criança e do Adolescente (Lei N° 8.069/1990) que garantiu, entre outros direitos, o atendimento educacional especializado aos alunos com NEE na rede regular de ensino [5]. Nessa mesma década, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO) proclamou, em 1990, a Declaração Mundial sobre Educação para todos estabelecendo a igualdade de acesso à educação às pessoas com deficiência respeitando as suas limitações individualizadas [5].

Desde então o número de alunos com NEE matriculados no ensino regular vem crescendo significativamente. Dados recentes divulgados em 2018 pelo Censo Escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) , mostra que nos últimos quatro anos o número de pessoas com deficiência (de todos os tipos) matriculados regularmente saltou de 87% para 92%, chegando a 1,2 milhões de crianças e jovens estudando. Quando consideramos alunos com deficiência visual, o Ministério da Educação (MEC) contabiliza 80 mil matriculados na Educação Básica, o que representa 6,70% dos alunos ativos com necessidades especiais.

Entretanto esse aumento no número de matriculados no ensino regular não indica a inclusão dos alunos com NEE, apenas a sua integração, já que a inclusão prevê além da presença, a garantia de participação nas atividades escolares, visando à aprendizagem [4].

Dessa forma, para que de fato ocorra a inclusão, é necessário a desconstrução do sistema que assume uma falsa uniformidade escolar. É necessário repensar o ensino para que todos os alunos possam participar da aula e garantir que ocorra o desenvolvimento máximo de cada aluno dentro de seus limites. Assim, discutiremos a seguir a importância do ensino de Astronomia adaptada para os alunos com deficiência visual.

2.1. O Ensino de Astronomia para deficientes visuais

A Astronomia é uma das ciências mais antigas, e vem fascinando as pessoas há séculos. O planeta Terra e sua movimentação no espaço, o dia e a noite, as estações do ano e o tempo são questões mais rotineiras ligadas à Astronomia. Por seu caráter atrativo, a Astronomia é usada como elemento motivador para ensino de outras ciencias [6].

Caniato defende que “a beleza e os significados das coisas estão muito mais dentro do homem do que nos objetos”[7]. Dessa forma a contemplação do céu é expandida quando possuímos informações e conhecimentos sobre esse grande cenário que é o céu.

Segundo Caniato são vários os motivos que justificam a importância do estudo da Astronomia. A diversidade dos problemas que a Astronomia oferece, faz com que o aluno desenvolva habilidades úteis em todos os ramos do saber, além disso a Astronomia oferece ao educando uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca [7].

Para o ensino de Astronomia com a inclusão de alunos cegos, devido às suas características peculiares, são necessários recursos e materiais adaptados que possam suprir a falta da visualização dos objetos. Pensando nas possibilidades de adaptação do material, realizamos uma pesquisa em trabalhos já realizados, para encontrar subsídios e referencial para a construção do nosso material e para conhecer a metodologia utilizada para o ensino de alunos com tais necessidades.

De acordo com o Banco de Dados de Teses e Dissertações das 383 teses e dissertações que se referem a Educação em Astronomia, apenas 4 se referem ao Ensino de Astronomia para a inclusão de alunos com deficiência visual.

Rodrigues e colaboradores realizaram uma pesquisa de estado da arte sobre o tema “Ensino de Astronomia para deficientes visuais” em trabalhos apresentados nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF) e Educação em Astronomia(SNEA), os resultados da pesquisa mostram que esse tema vem, a passos lentos, sendo cada vez mais abordados nos eventos SNEF e SNEA porém ainda existe uma grande carência da área de Educação em Astronomia no desenvolvimento de pesquisa que contemplem também o estudante com deficiência visual que por lei, se encontra em sala de aula [8].

Os Andrade, Iachel e Soares et. al (2015)publicaram artigos nos quais abordam a elaboração de recursos didáticos para o ensino de Astronomia para alunos com deficiência visual[9] [10]. Os autores abordaram temas como a superfície da Terra e da Lua através da construção de maquetes táteis. Rizzo e colaboradores elaboraram uma

maquete tátil-visual em escala reduzida para proporcionar aos alunos uma noção do Sistema Solar[11].

Rodrigues et al.(2018) apresentam quatro saberes docentes necessários para o ensino de temas astronômicos para deficientes visuais[12]. Entre os quatro saberes, ressaltou “o saber destituir a relação conhecer x ver fenômenos e conceitos físicos” o qual refere-se a falsa impressão que os professores possuem de que ver um fenômeno significa conhecer o mesmo, essa concepção equivocada torna inviável o ensino para deficientes visuais [12].

3. Encaminhamentos metodológicos

A pesquisa foi realizada com os alunos do Ensino Fundamental I, em três cidades da região Oeste do Estado do Paraná. Ao todo participaram da pesquisa três alunos.

O referencial metodológico que melhor se adequou para o cumprimento dos objetivos dessa pesquisa é o qualitativo do tipo estudo de caso. Para validar as contribuições na aprendizagem do aluno através da interação com nossos materiais, realizamos entrevistas semiestruturadas baseada no Método Clínico Crítico desenvolvido por Piaget e Colaboradores, antes e depois da intervenção [13]. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas posteriormente para a análise.

Para validar as contribuições na aprendizagem do aluno através da interação com nossos materiais e estratégias didáticas aplicadas, realizamos entrevistas semiestruturadas baseada no Método Clínico-Crítico desenvolvido por Piaget e Colaboradores, antes e depois da intervenção [13]. A escolha do Método-Clínico se deve ao fato de ele ser flexível e suprir inúmeras possibilidades que podem surgir durante a entrevista, ao mesmo tempo em que exige uma organização muito rápida das hipóteses e do pensamento do pesquisador para que seja aplicado da maneira mais adequada [14].

O pesquisador que utiliza o método-clínico, deve propor inicialmente uma questão problema para criança. É importante que esta pergunta não tenha uma resposta pronta, levando o entrevistado a refletir sobre o tema e mobilizar seus esquemas a fim de construir um significado à situação proposta. Para tanto, durante a entrevista realizamos perguntas do tipo “O que você sabe sobre as estações do ano?” ou ainda “ O que acontece com o planeta Terra lá no espaço que permite ter dia e noite?”.

Para compreender o significado que a criança produz sobre uma determinada situação problema, o entrevistador deve estar atento às ações e palavras do indivíduo , e assim analisar o que o sujeito está propondo clarificando o seu significado [14].

Desta forma organizamos a atividade em dois momentos: Uma entrevista inicial na qual, além de perguntas sobre as crianças, questionamos a respeito do tema da nossa investigação. Posteriormente, num segundo momento, realizamos oficinas práticas com elas para esmiuçar algumas questões e colocar em xeque as ideias que elas nos apresentavam.

Todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas para a análise. Os pais e responsáveis, bem como a escola assinaram um termo de compromisso antes de aplicarmos a entrevista com as crianças.

A seguir apresentaremos alguns materiais e estratégias utilizadas durante a oficina. Para proteger a identidade dos participantes da pesquisa, adotamos codificações para os nomes dos alunos, dessa forma, denominados os participantes como Aluno 1, Aluno 2 e Aluno 3. Todos os participantes são moradores de cidades do Oeste do Estado do Paraná, no Brasil.

4. Resultados e discussão

Adaptada de Rodrigues et al. (2019), desenvolvemos para a oficina uma maquete tátil-visual (Figura 1) com o intuito de ensinar as estações do ano [1]. Inserimos na maquete textura com areia nas regiões que representam os continentes, e nos polos utilizamos tinta 3D para criar uma textura diferente, inserimos também legendas em braile e em tinta em cada estação.

Ainda no que refere-se às estações do ano, desenvolvemos para a oficina, a representação das estações do ano utilizando um aquecedor e um modelo da Terra tátil visual pintada de preto (Figura 2) para ter melhor absorção do calor irradiado pelo aquecedor. Esses foram alguns dos materiais táteis elaborados para o desenvolvimento da oficina. No entanto utilizamos ainda estratégias para explorar a imaginação dos alunos na compreensão dos movimentos de rotação e translação da Terra, pois como aponta Santos a imaginação contribui para a criação de modelos, que são importantes para melhor compreender os fenômenos da Natureza [2].

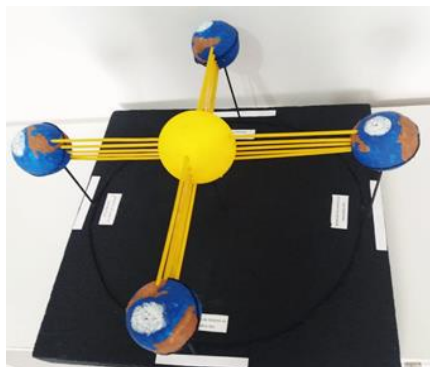


Fig. 1. Maquete tátil visual. Fonte: Arquivos pessoais das autoras(2020).



Fig. 2. Modelo tátil visual da Terra. Fonte: Arquivos pessoais das autoras(2020).

4.1. Apresentação dos dados da entrevista: O que você sabe sobre as estações do ano?

Com relação às estações do ano, em nossa pesquisa, verificamos de forma geral que todos os alunos participantes exibiram explicações caracterizadas pelo conhecimento de senso comum, atentando-se principalmente ao fator climático ou físico das estações, como por exemplo no verão é quente e no inverno é frio.

“Entrevistadora: *Você conhece quais são as estações do ano?*

Aluno 3: *Sim, inverno, verão, primavera e outono.*

Entrevistadora: *Uhum.. E tem alguma diferença entre elas ?*

Aluno 3: *Entre o inverno e o verão tem, o inverno é mais frio e o verão é bem mais quente.*

Entrevistadora: *E o outono e a primavera?*

Aluno 3: *É quase igual, diz que em uma delas as flores começam a florir.*

Entrevistadora: *E qual estação que te falaram que tem as flores?*

Aluno 3: *A primavera.”*

Neste trecho a criança usa de conhecimentos do dia a dia, ou seja, só o que ela percebe a partir das condições climáticas é citado. Não há uma explicação de como ocorre o fenômeno das estações do ano. Cabe destacar que somente o aluno 3 respondeu essa questão na fase das entrevistas, os demais disseram que não sabiam respondê-la.

A ausência de explicações a respeito de como ocorrem as estações do ano, pode indicar uma defasagem no ensino de Astronomia causada pela insuficiência do conhecimento dos professores de ciências que trabalham com o tema, pois a maior parte dos professores que lecionam na disciplina de Ciências são graduados nos cursos de Biologia, e na maioria das vezes não há uma disciplina específica de Astronomia nesses cursos, fato que coopera para a fomentação das concepções alternativas ou então geram explicações incompletas sobre os fenômenos [15]

4.2. Apresentação dos dados: A oficina sobre como ocorrem as estações do ano

Perguntamos ao Aluno 1 novamente porque acontece as estações já que na entrevista ele não soube explicar, agora ele responde que é pelo fato de a Terra girar em torno dela mesma. Após a realização da atividade com a maquete e com o aquecedor o aluno responde:

“Aluno 1: Aah eu entendi que é porque a Terra fica deitadinha, então as estações do ano são invertidas, eu não sabia

Entrevistadora: Você achava que era a mesma estação no planeta todo?

Aluno 1 : Sim.”

Ao utilizar a maquete, durante a oficina, o Aluno 2 estava confundindo as estações com a explicação do dia e da noite. Na conversa sobre o inverno e o verão serem invertidos no Brasil e nos Estados Unidos, o aluno estava se confundindo com a explicação de dia e noite serem invertidos nos lados do continente. Por isso, abandonamos a maquete e partimos para a explicação com o aquecedor, a qual por explorar a sensação térmica se mostrou mais eficaz. Ao fim da conversa sobre as estações do ano exemplificando com o aquecedor o Aluno 2 comenta:

“Aluno 2: Então se a Terra não tivesse inclinada no Brasil e nos Estados Unidos ia ser verão.”

O Aluno 3 que não soube explicar como ocorria as estações na entrevista, mas durante a conversa na oficina disse que estações do ano eram causadas devido a distância. Além disso, durante a explicação do eixo de inclinação, o aluno questiona se isso era verdade, pois as pessoas iriam ficar “deitadas” na Terra.

A maquete tátil visual das estações conseguiu esclarecer algumas dúvidas que ainda existiam sobre o dia e noite, porém para explicar as estações do ano ela não se mostrou muito eficaz, o aluno apenas tateando a maquete e ouvindo a explicação não conseguiu compreender. Nesta oficina não foi possível fazer o uso do aquecedor, devido a este estar sendo trazido de Curitiba e ainda não ter chegado na cidade de realização da atividade.

Ao analisar as entrevistas antes e após a interação dos alunos com os materiais, verificamos que de forma geral os alunos exibiram na entrevista inicial explicações caracterizadas pelo conhecimento de senso comum, atentando-se principalmente ao fator climático ou físico das estações, como por exemplo no verão é quente e no inverno é frio. Após a oficina o discurso de dois alunos apresentou o termo inclinação, além disso um aluno concluiu que as estações são invertidas nos hemisférios norte e sul. Veja o trecho abaixo:

“Aluno 2: Então se a Terra não tivesse inclinada no Brasil e nos Estados Unidos ia ser verão.”

5. Conclusão

De forma geral percebemos nas entrevistas que os alunos cegos possuem dificuldades de compreensão dos conceitos, ou seja, sabem os conceitos de uma forma decorada, possivelmente pela falta de concretização do conteúdo e por talvez nunca terem refletido sobre ele. Além disso verificamos que nossos alunos confundem os conceitos de rotação e translação.

A adaptação dos materiais visou suprir essa falta de visualização dos conceitos, ou seja tornar o ensino de Astronomia menos abstrato, para isso elaboramos materiais para explorarmos os sentidos táteis, auditivo e cinestésico dos alunos cegos.

Notamos uma desenvoltura maior nos alunos durante a realização das oficinas pois eles interagiram bastante com as atividades e fizeram diversas perguntas, que demonstraram interesse pelo tema Astronomia. Entendemos que isto pode ser utilizado como ponto de partida para o ensino de outras Ciências. Ao comparar as respostas da entrevista com a da oficina percebemos uma evolução significativa em alguns pontos, como por exemplo na explicação do dia e a noite, na formação do ano e a respeito das estações do ano.

No entanto percebemos que existe a necessidade de adaptação da maquete tátil das estações para ser eficaz para o ensino das estações do ano, porém para a demonstração do dia e noite ela possui potencial. A melhor atividade que podemos verificar para explicar as estações do ano foi a simulação utilizando um irradiador térmico e o modelo concreto da Terra.

Verificamos também que a simulação utilizando o corpo do aluno pode ser viável de ser aplicada em sala, pois constatamos que houve indícios de aprendizado.

Nosso trabalho procurou evidenciar a importância da didática multissensorial, embora estudada no contexto de uma oficina de curta duração, observamos que a didática multissensorial oferece condições para uma aprendizagem significativa dos alunos com deficiência visual e possivelmente dos alunos sem deficiência visual, tornando o ensino de Ciências verdadeiramente inclusivo.

6. Referências

- [1] RODRIGUES, F. M.; LANGHI, R.; CAMARGO, E. P. DE. (2019). O ensino do tema estações do ano por meio da construção de maquetes: uma possibilidade para a aprendizagem de estudantes com deficiência visual. *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Salvador.
- [2] SANTOS, L. T. (2001). O olhar do toque: aprendendo com o aluno cego a tecer o ensino de física. Dissertação de mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de: <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-olhar-do-toque-aprendendo-com-o-aluno-cego-a-tecer-o-ensino-de-fisica>.
- [3] FERREIRA, A. B. de H. (2010). Dicionário da língua portuguesa. 5. ed. Curitiba: Positivo,. 2222 p. ISBN 978-85-385-4198-1.

- [4] MEDEIROS, Carolina. T. de A. X. (2015). *Alfabetização científica com um olhar inclusivo: Estratégias didáticas para abordagem de conceitos de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza)- Universidade Federal Fluminense.
- [5] ROMA, A. de C.(2018) Breve histórico do processo cultural e educativo dos deficientes visuais no Brasil. *Revista Ciência Contemporânea*, v.4, n.1, p. 1 – 15.
- [6] BARTELMÉBS, R. C.; MORAES. *Astronomia nos anos iniciais: possibilidades e reflexões*. Passo Fundo, 2012.
- [7] CANIATO, RODOLPHO. (1974). *Um projeto Brasileiro para o ensino de Física*. 1974. V.4, 586f. Tese (Doutorado em Física), Unesp, Rio Claro.
- [8] RODRIGUES, F. M.; LANGHI, R; CAMARGO, E.P de . (2019). O ensino de Astronomia e a deficiência visual: desafios e possibilidades enfrentados para a pesquisa. *Anais do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)*. Salvador.
- [9] ANDRADE, D.; IACHEL, G. A elaboração de recursos didáticos para o ensino de Astronomia para deficientes visuais.(2017). *Anais do XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS –ENPEC*. Florianópolis, SC, 2017. Atas. Florianópolis: ABRAPEC,.
- [10] SOARES, K. D. A.; CASTRO, H. C., DELOU, C. M. C. (2015).Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 14, n. 3, p. 377-391.
- [11] RIZZO, A. L.; BORTOLINI, S.; REBEQUE,P. V. dos S.(2014) Ensino do Sistema Solar para alunos com e sem deficiência visual: proposta de um ensino inclusivo.*Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n.1.
- [12] RODRIGUES, F. M. CAMARGO, E.P de e LANGHI, R. (2018). Alguns saberes docentes necessários para o _ensino de astronomia para estudantes com deficiência visual dentro de uma perspectiva de educação inclusiva. *Anais: 5º Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, Londrina*.
- [13] DELVAL, J.. *Introdução à prática do método clínico: Descobrimdo o pensamento das crianças*.(2002). Porto Alegre: ArtMed.
- [14] SILVA, J. A. & FREZZA, J. S. ,(2011). Aspectos metodológicos e constitutivos do pensamento do adulto. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, (39), 191-205.
- [15] BRETONES, Paulo S. (1999). *Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências. UNICAMP, Campinas.

Evaluación de calidad aplicada a los materiales educativos multimedia

Marcela Cristina Montero¹

¹ Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto (Argentina)
marcelamontero17@gmail.com

Este trabajo presenta una síntesis de la tesis de posgrado de la Maestría en Procesos Educativos Mediados por Tecnologías (FCS - UNC), titulada “Evaluación de calidad de los Materiales Educativos Multimedia de las Actividades de Iniciación a la Cultura Académica 2016/17 de la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Río Cuarto”, cuya defensa se realizó en mayo de 2020. El objetivo central fue evaluar para construir una propuesta de mejora de los Materiales Educativos Multimedia (MEM). Para esto se elaboró un instrumento de evaluación propio y se incorporaron las valoraciones realizadas por docentes autores y de alumnos usuarios de los mismos. En este estudio de caso se utilizaron metodologías cualitativas y cuantitativas, para la obtención, sistematización y análisis de la información. Desde un posicionamiento crítico y reflexivo se logró arribar a las conclusiones y, a partir de éstas, a la construcción de un proyecto de propuesta de mejora.

Palabras clave: Evaluación de calidad. Materiales educativos multimedia. Integración a la cultura académica universitaria

1. Introducción

La tesis aborda como problema la evaluación de calidad de los Materiales Educativos Multimedia (MEM) del Módulo de Integración a la Cultura Académica de las actividades de ingreso 2016/17 de las carreras de la Facultad de Ciencias Humanas (FCH) de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), para en una segunda etapa y a partir de la evaluación, elaborar un proyecto de propuesta de mejora.

Los MEM de las actividades de Integración a la Cultura Académica (ICA) se titulan: “MATERIAL didáctico de las ACTIVIDADES de Integración a la Cultura Académica 2016/17” (Pereyra y Montero, 2017), corresponden al contexto particular de la FCH – UNRC, denominado generalmente como cursillo de ingreso, el cual se enmarca en el “Proyecto “Encuentros para la integración a la cultura universitaria. Período 2015 – 2017.” Aprobado por Resolución N° 432/2014 del CD., y forma parte del “Programa de ingreso, continuidad y egreso de estudiantes en las carreras de grado” (Res. N° 411/2014 CD).

El módulo de ICA de cada carrera de pre-grado y grado incluye contenidos básicos de diferentes campos disciplinares con el objetivo de favorecer la construcción de 'puentes cognitivos' para promover el aprendizaje significativo con las asignaturas de primer año, a la vez que ayuden a reafirmar (o no) tempranamente una elección vocacional. El módulo se organiza con una carga horaria de 40 horas, se realiza en febrero y primeros días de marzo de cada año.

En 2015 se desarrolló el curso de capacitación “Elaboración de material didáctico digitalizado. Repensar el Ingreso a la Facultad de Ciencias Humanas.” (Res. Dec. N° 778/2015) con el objetivo de: “Elaborar materiales innovadores, con apoyo de las nuevas tecnologías, para la enseñanza movilizadora de la construcción de conocimientos disciplinares y críticos en relación a los perfiles de las carreras.” En dicha formación los equipos de docentes elaboraron los materiales digitales y, posteriormente, la editorial UniRío realizó la publicación del e-book: Materiales didácticos Digitales de ICA 2016-2017 (Pereyra, C. y Montero, M. [coord.] 2016).

El e-book esta compuesto por: información referida a las autoridades universitarias y de edición, índice (enlazado a cada capítulo), presentación y 15 capítulos. Cada uno de éstos cuenta con: caratula, equipo docente, mail de contacto, carta de bienvenida, planes de estudio, ejes de contenidos y la bibliografía obligatoria y de consulta. Cada eje representa a una temática disciplinar y presenta los contenidos, objetivos e intencionalidades, conceptos centrales y materiales bibliográficos y audiovisuales. Es importante destacar que, la mayoría de los equipos de actividades de ICA continúan utilizando dicho material hasta la actualidad, con la incorporación de algunos cambios.

Se parte desde la concepción de evaluación de materiales educativos como un proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para retroalimentar y mejorar dicho proceso. El objetivo de la misma es reflexionar sobre el diseño, tanto como en el desarrollo del proyecto educativo que lo sustenta para poder proponer acciones tendientes a la mejora de la calidad.

La construcción del instrumento de evaluación de calidad se realizó desde la experiencia participativa del coordinador de e-book de los MEM y en base a los antecedentes en el área de estudio, algunos de éstos son: Navas y Cabero Almenara (2005), Coll y Engel (2008), Martorelli, Martorelli, y Sanz (2014), Gómez, Fulgueira, y Cerrano (2016), entre otros.

La metodología utilizada para la obtención de información es cualitativa y cuantitativa. Ante la diversidad de aspectos a abordar se utilizó como técnica de investigación el estudio de caso, la cual permitió aplicar diferentes estrategias, como el análisis comparativo, entrevistas y encuestas. La información obtenida se sistematizó en gráficos y valoraciones cualitativas, para luego realizar el análisis crítico y reflexivo que permitió arribar a las conclusiones y, a partir de éstas, a la construcción de un proyecto de propuesta de mejora.

A continuación se presenta una síntesis del marco teórico, los resultados y de las conclusiones a las cuales se arribó.

2. Marco Teórico

La realización de la evaluación de calidad de los MEM de ICA y la elaboración de un proyecto de propuesta para su mejora, se fundamenta en que, a partir de ella, se permitirá identificar las problemáticas y potencialidades de los mismos a los fines de favorecer la inclusión en la cultura académica de los estudiantes aspirantes a la FCH, UNRC. Este proceso de autorreflexión y conocimiento interno y personalizado se basa en uno de los principales lineamientos del paradigma crítico, el cual “invita al sujeto a un proceso de reflexión y análisis sobre la sociedad en la que se encuentra implicado y la posibilidad de cambios que el mismo es capaz de generar.” (Melero Aguilar, 2011, p.344); así el investigador es un sujeto participante y activo en su propio proceso de conocimiento.

La mejora de la calidad de los MEM se presenta en este contexto como una dirección de acción permanente, que permite la valoración y posibilidad de modificación de éstos en función de las necesidades de formación y aprendizaje de los usuarios en cuanto a contenido, presentación y usabilidad, según Pinto Molina (2010, p.109), “podríamos decir que la calidad de la información de un recurso educativo electrónico vendrá determinada por su capacidad para satisfacer las necesidades de información de los estudiantes y profesores que lo utilicen o consulten.” A partir de esto se concibe a la evaluación de un proyecto educativo como un proceso mediante el cual se obtiene la información necesaria para retroalimentar y mejorar dicho proyecto, el fin es tender hacia la mejora (Cabrera, 2003). Para lograr esto es necesario reflexionar sobre el diseño, tanto como en el desarrollo del proyecto para poder proponer acciones tendientes a la mejora de la calidad.

En este sentido, el presente trabajo entiende a la evaluación de calidad como una valoración orientada a la toma de decisiones para la mejora, basada en el logro de los objetivos planteados en el proyecto de elaboración de los MEM y en las ideas eje del Plan Institucional de la Facultad en relación a la producción de nuevas formas de acceder, producir y distribuir el conocimiento a través de la incorporación de las TIC.

Los criterios que se utilizarán en el análisis de valoración de la calidad de los MEM de ICA de la FCH-UNRC se basan en la propuesta de Coll, C. y Engel A. (2008) cuyos tópicos centrales son:

- **Informacional:** características generales del material que permitan al lector acceder, usar e interactuar con los MEM. Algunas de las variables que conforman este aspecto son: título, institución, autores, destinatarios, editorial, especificaciones sobre el modo de uso, recursos tecnológicos necesarios, cronograma de actividades, información de contacto para comunicarse con los equipos docentes, etc.
- **Pedagógico:** organización del material y a su planificación, las variables que los conforma son los objetivos pedagógicos, actividades, propuesta educativa, planificación, adecuación al destinatario, motivación al usuario, secuenciación, entre otras.
- **Tecnológico:** hace referencia a las variables relacionadas con las orientaciones sobre funcionamiento, software, facilidad de uso y acceso, hipermedia, tipo de recursos audiovisuales, etc.

- Valoración global”: nivel de adecuación del material para su uso en los procesos formativos de las actividades de Integración a la Cultura Académica de las carreras de la FCH-UNRC.

3. Los resultados

Se parte del proceso de construcción del instrumento de evaluación de calidad, realizado a través del estudio exploratorio de antecedentes referidos a evaluaciones de MEM, en base a dichos resultados se elaboraron y seleccionaron los indicadores a utilizar y se construyó el instrumento evaluativo de calidad del e-book objeto de estudio, del cual aquí se presentan la estructura general y algunos de los resultados obtenidos.

Seguidamente se presentan el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas y entrevistas realizadas a los alumnos y equipos docentes respectivamente. Posteriormente se presenta, en forma sucinta, la propuesta de mejora elaborada a partir de la reflexión crítica y constructiva de los resultados anteriores.

3.1. Instrumento de evaluación de calidad

Se realizó el estudio exploratorio y descriptivo (Sampieri, et. al 2014) de instrumentos de evaluación utilizados en otros casos, como se mencionó en los antecedentes del trabajo. Esto permitió conocer los conceptos y variables que podrían ser incorporadas en la valoración a realizar.

Los tópicos frecuentemente utilizados en los instrumentos de evaluación son: informacionales, pedagógicos y tecnológicos, los cuales son aplicados a través de variables cualitativas y cuantitativa. A partir de esto se consideraron de interés aquellos artículos o propuestas evaluativas que presentaran los siguientes criterios:

- Que su elaboración responda específicamente a la valoración de materiales didácticos digitales o materiales educativos multimediales de procesos educativos presenciales y/o semipresenciales.
- Que contenga los tópicos informacionales, pedagógicos y tecnológicos (con variables cualitativas y cuantitativas)
- Que presente variables/indicadores para una valoración global referida al nivel de adecuación del material para su uso en diferentes procesos formativos.

Los antecedentes de evaluación de calidad de los MEM seleccionados según dichos parámetros fueron: a) Ficha de Catalogación y Evaluación de Pere Marqués, G. (2000); b) Herramienta de Evaluación de multimedia didáctico de Martínez Sánchez, F et. al. (2002); c) Pauta para el análisis del diseño de los MEM de Coll, C. y Engel, A. (2008) y d) Plan de Evaluación para Histologi@ de Martorelli, S. et. al. (2014). Según el análisis de éstos se construyó el instrumento de evaluación de calidad:

Tabla 1. Aspectos y dimensiones del instrumento de evaluación.

Aspecto	Dimensión
Identificación y características del e-book en general	Datos de Identificación de Editorial-Edición- ISBN Características de organización y presentación
A. Informativa	A - 1 Datos de identificación del material por capítulo o secciones
	A - 2 Características generales del material por capítulos o secciones
	A - 3 Características y aspectos informativos – tecnológicos
	A - 4 Características y aspectos informativos – pedagógicos
B. Tecnológica	B - 1 Dispositivo de Acceso del material MEM de ICA y equipamiento necesario para su uso
	B - 2 Registro/grabación del material para su posterior reproducción por el usuario (modalidades de recepción/acceso)
	B - 3 Calidad de recepción del material y recursos (soporte papel y multimediales).
	B - 4 Sistema de navegación interna del material
	B - 5 Lenguajes utilizados en la presentación de los contenidos
	B - 6 Calidad de los materiales enlazados en la presentación de los contenidos
C. Pedagógicas	C - 1 Objetivos formativos del material
	C - 2 Tipos y características de los contenidos abordados
	C - 3 Intencionalidades didácticas de los contenidos del e-book (internos)
	C - 4 Intencionalidades didácticas de los contenidos de los recursos y/o bibliografía enlazados (externos).
D. Valoración global	D - 1 Calidad informativa: Aspectos favorables, desfavorables y propuestas de mejora
	D - 2 Calidad tecnológica: Aspectos favorables, desfavorables y propuestas de mejora
	D - 3 Calidad Pedagógica: Aspectos favorables, desfavorables y propuestas de mejora

Elaboración propia en base a Coll, C. y Engel, A.; (2008). M. Montero, 2017.

3.2. Síntesis de los resultados de la aplicación del instrumento propio de evaluación de calidad

Los resultados de la calidad informativa presentaron como aspectos favorables el acceso a formas de comunicación directa con los docentes y la presentación de los objetivos tanto del material como del módulo de ICA, los aspectos desfavorables que se destacaron fueron la escasa orientación sobre el software necesario y la falta de cronogramas de actividades del módulo en algunos de los capítulos.

Los resultados del tópico tecnológico indicaron que los aspectos favorables fueron el acceso libre y gratuito a través de la web institucional, la posibilidad de imprimirlos gracias a su formato PDF y, la incorporación de otros recursos educativos por medio de enlaces. Los aspectos desfavorables fueron el monopolio de los recursos textuales,

la falta de una guía que ofreciera orientación sobre el acceso y uso del recurso y que sólo el 41% del sistema de navegación interna del e-book funcionara adecuadamente.

En el tópico pedagógico los resultados presentaron como aspectos favorables la adecuación de los contenidos en relación a la complejidad conceptual de los mismos, la redacción que incorpora la interpelación y mensajes de refuerzo emocional al lector y la propuesta de procesos de aprendizajes propios de cada disciplina. Sólo en algunos capítulos los aspectos desfavorables fueron la falta de relación entre los ejes temáticos presentados y la escasa propuesta de contenidos procedimentales, basados en valores y en el pensamiento crítico.

3.3. Valoraciones de alumnos y docentes participantes de ICA

A partir de la valoración de experiencias realizadas por los equipos de docentes de ICA en 2016 y 2017, se identificaron como fortalezas la posibilidad de disponer anticipadamente por parte de los estudiantes los materiales de ICA en sus dos formatos y, además se valora su disponibilidad por medio de internet y el acceso a éste sin dificultades. Como debilidades, en 2016, mencionaron la falta de difusión de la disponibilidad de los MEM de ICA en la web, y fallas en el diseño de impresión. En 2017 no se mencionan debilidades, se interpreta que dichas problemáticas lograron ser superadas.

Las propuestas y sugerencias proporcionadas por los docentes se organizaron en tres grupos, uno que no quiere el formato digital, otro que desea realizarle cambios y mejorar y, el último, compuesto por los que están satisfechos con el material creado. Se interpreta que la resistencia al cambio es algo natural, y por lo tanto no criticable –están en su derecho-. Por otra parte, se puede interpretar que el segundo grupo (en el cual se encontraban en total 10 equipos docentes) la innovación resultó ser un desafío motivador, una primera experiencia que desean mejorar (basado en las respuestas que proporcionaron en la entrevista). El tercer grupo se puede inducir que cuentan con mayor experiencia en la elaboración de materiales digitales y/o que lograron cumplir con sus objetivos didácticos en la elaboración del MEM de ICA.

Según las encuestas masivas realizadas al grupo de alumnos aspirantes de 2016 y 2017 se obtuvieron resultados de 994 y 1008 encuestas respectivamente (42% y 47% de la población total). Los resultados presentan un margen de error de +/- 2,5% aproximadamente. En la consulta sobre la modalidad de acceso al material de estudio o cuadernillo de ingreso, los aspirantes que accedieron al formato digital a través del sitio web fueron el 6% y 10%, respectivamente. Se puede observar que aumentó el porcentaje que accedió al formato digital en 2017, aunque el valor se considera exiguo.

En las consultas referidas a la valoración que le asignan los ingresantes al e-book como medio de orientación de elección de carrera y como iniciación/aproximación a los contenidos y procedimientos de las materias de primer año, los resultados de la primera fueron del 61% y 72% en 2016 y 2017 respectivamente. En relación a la presentación de temáticas relacionadas con las materias de 1º año fueron el 51,6% y 67,5% respectivamente. En la sección de críticas y sugerencias se repitieron críticas sobre la permanencia de bibliografías solo en formato impreso y la falla de algunos de los hipervínculos.

3.4. Propuesta de mejora y guía orientativa para autores de MEM

La propuesta de mejora de los MEM de ICA se presenta en el texto original de la tesis con el formato de un proyecto de Curso de Capacitación, con las características propias de las normativas de la FCH.

Se denomina “*Elaboración de materiales educativos multimediales del Módulo de ICA de la Facultad de Ciencias Humanas.*”, el objetivo general es elaborar materiales didácticos multimediales, con apoyo en las nuevas tecnologías, para promover el acceso libre y gratuito a los contenidos de carreras de la FCH a los alumnos aspirantes en particular y, a los estudios universitarios en general. Los objetivos específicos son:

- Capacitar a los coordinadores y docentes de actividades de ingreso en el manejo de estrategias y herramientas para la elaboración de materiales didácticos digitales, en aspectos organización de las partes de cada capítulo y normativas de publicación.
- Reflexionar sobre la propuesta desarrollada en el módulo de ICA e identificar las características generales de los destinatarios directos e indirectos del MEM e integrar sus temores y proyecciones a futuro relacionadas con el ámbito universitario y profesional.

La carga horaria propuesta es de 20 horas reloj y la certificación prevista estará a cargo de la Secretaría Académica de la facultad.

La metodología de trabajo propuesta se basa en clases teóricas-prácticas presenciales en las cuales los participantes: a) evaluarán sus actuales MEM de ICA (u otros MEM) según los lineamientos de la guía orientativa para autores de MEM de ICA. b) realizarán el análisis de los resultados de evaluación de los MEM de ICA. c) compartirán y analizarán críticamente diferentes herramientas Web para presentación y representación de diferentes tipos de recursos discursivos, d) debatirán sobre las normas para citar las fuentes bibliografía, imágenes, gráficos, audiovisuales, mapas, música y otros elementos utilizados en la edición de los recursos didácticos digitales, e) establecerán acuerdos sobre la organización y presentación de los MEM de ICA y, finalmente f) realizarán la evaluación colaborativa y constructiva de los MEM de ICA elaborados para aplicar las mejoras que se consideren necesarias para su posterior publicación en el nuevo e-book por medio de la editorial de la universidad.

Además, en el marco de la capacitación se presenta una guía para autores de MEM y otros materiales educativos digitales que tiene como objetivo ofrecer, a los docentes que elaboran el e-book de ICA de la FCH – UNRC, orientaciones para la organización y presentación de los materiales de estudio de las actividades de ingreso de las diferentes carreras, facilitar los procesos de selección de los recursos incorporados, a través de enlaces, y promover la construcción de textos de lectura amigable sus destinatarios.

Los aspectos Informacionales que se deberían incorporar son:

- Datos de identificación del material por capítulo o secciones: hacer referencia a la denominación de la/s carrera/s a las que corresponde el capítulo, a los autores, coordinadores y docentes integrantes del equipo de ICA y, finalmente correo electrónico de contacto/consulta.
- Organización del material por capítulo o secciones: preferentemente organizado en dos partes. La primera es la carta o palabras de bienvenida,

debería incluir: una bienvenida redactada en primera persona por los docentes; la segunda parte debería presentar orientaciones al lector o usuario sobre el uso del material, sitio donde se encuentran las guías o preguntas frecuentes sobre el acceso y uso del MEM, índice de contenidos a trabajar, cronograma de actividades, entre otros.

En relación con los aspectos Tecnológicos se propone:

- Establecer enlaces por medio de hipervínculos en el texto y por la copia del URL de las fuentes y bibliografía. Verificar el funcionamiento del enlace en varias oportunidades.
- Utilizar recursos variados, como imágenes, videos, mapas conceptuales, audios, cuadros, esquemas, etc. Evitar el uso monopólico del texto escrito, teniendo en cuenta las inteligencias múltiples y la diversidad de tipos de aprendizajes.
- Seleccionar sitios web y archivos que presenten su origen, autor y licencias de uso. Se pueden utilizar archivos propios dispuestos online “en la nube”, el archivo debe ser de acceso público (no modificable o editable) y no podrá ser eliminado en el corto y medio plazo.
- Respetar la legalidad de los recursos enlazados: éstos deben ser de uso legal. Todos recursos enlazados deben ser citados. Los recursos de autoría propia deberían incorporar su licencia Creative Commons.

Los aspectos Pedagógicos deberían contener:

- Los objetivos generales y específicos del material educativo, como también las intencionalidades didácticas de los docentes. La incorporación de los objetivos en el cronograma de actividades propuesto. Los contenidos basados en conceptos, teorías y principios propios de la disciplina, éstos deben ser adecuados en cuanto a su cantidad, densidad y complejidad según el destinatario del material y periodo de tiempo de ICA.
- Los procedimientos y estrategias generales o particulares de la disciplina, en forma clara, a través de ejemplos o formas de aproximación.
- La redacción del texto, preferentemente, con estilo conversacional, en primera persona. Interpelaciones al lector para promover el uso de conocimientos previos, vivencias personales, entre otros.
- La incorporación de recursos por medio de enlaces para ejemplificar, complementar o profundizar las temáticas abordadas, como también para incentivar el autoaprendizaje, procesos reflexivos, asociaciones conceptuales, etc.
- Frases para alentar y guiar la lectura, mensajes de refuerzo cognitivo y emocional, e incluir elementos de sorpresa o divertidos sobre los contenidos para distender la lectura u ofrecer un momento de reflexión crítica y creativa.

4. Conclusiones

La contextualización institucional de los MEM, la reflexión crítica compartida y la creación de un instrumento de evaluación propio y adecuado a sus características particulares, constituyen un estudio de caso en profundidad cuyas partes del proceso de

construcción, tanto como los resultados obtenidos, son relevantes en el campo académico educativo por su aporte al constructivismo social y al empoderamiento institucional respecto a sus capacidades de reflexión, autoevaluación y mejora permanente.

El análisis crítico constructivo de los resultados de investigación se fundamentan en la concepción de evaluación como un proyecto educativo mediante el cual se obtiene la información necesaria para mejorar dicho proyecto, el fin es tender hacia la mejora; así los resultados permiten reflexionar sobre los MEM de ICA 2016 – 2017 desde la valoración de todos los integrantes del proceso de elaboración y uso del mismo, como también en la incorporación de las mejoras identificadas a partir de las fortalezas, debilidades y propuestas que surgieron a través del proceso de evaluación.

El proceso de evaluación de calidad permitió construir un proyecto de propuesta de mejora que es aplicable a futuras experiencias de elaboración de materiales didácticos, además, ésta es acompañada por una guía que proporciona lineamientos fundamentales para construirlos destinada a los escritores/autores de dichos materiales, la cual puede ser utilizada para la elaboración de cualquier otro material realizado con la finalidad de aplicarlo en contextos áulicos.

5. Referencias

- Cabrera, A. (2003). *Evaluación de la formación*. Madrid: Síntesis.
- Coll, C. & Engel, A. (2008). La calidad de los materiales educativos multimedia: dimensiones, indicadores y pautas para su análisis y valoración. En: Barberà, E., Mauri, T. & Onrubia, J. (Coord.). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC. Pautas e instrumentos de análisis*. (p.63-97). Barcelona: GRAO.
- Gómez, D., Fulgueira, S., Cerrano, M. (6-8 de mayo de 2016). Identificación de criterios de calidad para diseño de materiales. IX Conferencia Internacional Guide. Educación y Sociedad en Red. Los desafíos de la era digital [Suplementos Signos EAD]. USAL, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez Sánchez, F., Prendes Espinosa, M., Alfageme González, M., Amarós Poveda, L., Rodríguez Cifuentes, T., Solano Fernández, I. (2002). Herramienta de evaluación de multimedia didáctico. *Pixel-bit*, vol. 18, p.71-88. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Universidad de Murcia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11441/45537>
- Martonelli, S., Martonelli, S. R., Sanz, C. (12-13 de junio de 2014). Evaluación del material educativo Histologi@. Diseño del Plan de Evaluación y primeros resultados de su implementación. Frati, F. (Comp.) IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología [Libro de Actas]. Universidad Nacional Chilecito, Chilecito, Argentina.
- Melero Aguilar, N. (2011/2012). El paradigma crítico y los aportes de la investigación acción participativa en la transformación de la realidad social: un análisis desde las Ciencias Sociales. *Cuestiones Pedagógicas*, vol. 21, p 339-355. Recuperado de: https://institucional.us.es/revistas/cuestiones/21/art_14.pdf

- Navas, E. & Cabero Almenara, J. (7-27 de febrero de 2005). Diseño y Evaluación de un material multimedia educativo de Educación en Valores para la Universidad Metropolitana. V Congreso Internacional Virtual de Educación. Ciber-Educa y Escola de Formació en Mitjans Didàctics de la Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca, España.
- Pere Marquès, G. (2000). *Ficha de catalogación y evaluación multimedia*. Recuperado de: <http://boj.pntic.mec.es/~egoa0010/tic/fichaev3.doc>
- Pereyra, C & Montero, M. (Coord.) (2016). *Material Didáctico de las Actividades de Integración a la Cultura Académica. MÓDULO ICA 2016/17*. Recuperado de: <http://www.unirioeditora.com.ar/producto/material-didactico-las-actividades-integracion-lacultura-academica/>
- Pinto Molina, M. (2010). Evaluación y mejora de la calidad de los recursos educativos electrónicos en el ámbito universitario español desde un enfoque documental. *Ibersid*, vol. 4, p.105- 116. Recuperado de: <http://www.ibersid.eu/ojs/index.php/ibersid/article/view/3861/3591>
- Resolución N° 411/2014 (2014). Programa de ingreso, continuidad y egreso de estudiantes de las carreras de grado. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.
- Resolución N° 432/2014 (2014). Programa: Encuentros para la integración a la cultura universitaria. Período 2015-2017. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.
- Resolución N° 778/2015 (2015). Curso de capacitación: Elaboración de material didáctico digitalizado. Repensar el Ingreso a la Facultad de Ciencias Humanas. Decanato de la Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.
- Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta. ed. México: Mc Graw Hill.

Análisis de la multimodalidad en textos escolares de Química

María José Flores, Carina Alejandra Rudolph, Carla Inés Maturano

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
qui.floresmariajose@gmail.com ; crudolph@ffha.unsj.edu.ar ; cmatur@ffha.unsj.edu.ar

Resumen. Como los textos de Ciencias Naturales se caracterizan por la interacción de múltiples lenguajes, la lectura en las clases requiere de la intervención de los y las docentes disciplinares para favorecer la comprensión. El objetivo de este trabajo es presentar un modo de análisis de los sistemas verbal, gráfico, matemático y tipográfico, y su interrelación para textos multimodales de Química a través de una secuencia de pasos para elaborar una propuesta integradora de lectura que considera lineamientos surgidos desde la Lingüística Sistemática-Funcional que adaptamos, ampliamos y reformulamos para textos de Química. Sintetizamos la propuesta en dos etapas: selección y análisis del texto, y redacción de consignas. Este abordaje brinda un camino que parte de desentrañar el complejo entramado de relaciones en los textos para diseñar ayudas que faciliten su comprensión. Las consignas de lectura que surjan deberían apuntar a la información expresada en los diversos lenguajes y a propiciar interrelaciones.

Palabras clave: Lectura. Textos. Química.

1. Introducción

La lectura y la escritura permiten acceder a los contenidos en las diversas áreas del currículum, por lo cual deberían ser trabajadas en todas las disciplinas porque en todas leer y escribir se constituyen en medios para aprender [1]. Así, no es optativo sino imprescindible que los y las estudiantes lean y escriban en cada asignatura, lo cual implica relacionar, comprender y construir significados acerca de los contenidos. Específicamente en Química, como la representación de conceptos en los textos es inherentemente multimodal su aprendizaje involucra además la construcción de asociaciones mentales entre los niveles macroscópico, microscópico y simbólico que utilizan diferentes lenguajes en una compleja interacción [2]. Consideramos, en consecuencia, que los y las docentes disciplinares son quienes deberían ocuparse de acompañar la lectura en las clases a través de consignas específicas que tiendan a examinar la información expresada en cada lenguaje y su interacción. El objetivo de este trabajo es presentar un modo de análisis de los lenguajes verbal, gráfico, matemático y tipográfico, y su interrelación para textos multimodales de Química a

través de una secuencia de pasos que podrían realizar los y las docentes para elaborar una propuesta integradora de lectura.

2. Marco teórico

Los textos de Química se valen de diversos sistemas semióticos para abordar los conceptos científicos propios de la disciplina. Parodi [3] destaca cuatro sistemas que se ponen en juego en un texto de ciencias, a saber: un sistema verbal, que constituye la expresión de significados basados en lo lingüístico exclusivamente; un sistema gráfico, que permite la presentación de datos en formatos tales como fotografías, diagramas, gráficos, tablas, entre otros; un sistema matemático, conformado por grupos de grafías, signos o representaciones que permiten que el significado sea codificado simbólicamente de forma sintética; y un sistema tipográfico constituido por la forma, tamaño y color de las letras.

Para el análisis del sistema verbal nos posicionamos desde la Teoría de Género de la Lingüística Sistémico-Funcional, la cual considera a los textos como productos auténticos de la interacción social y en relación con el contexto social y cultural en el cual se negocian [4]. Desde esta perspectiva, los textos corresponden a un género determinado, es decir que son configuraciones recurrentes de significado. Entre los géneros más utilizados en ciencias en la escuela secundaria se encuentran los informes y las explicaciones. Los informes caracterizan entidades o fenómenos, ya sea describiéndolos (informe descriptivo), clasificándolos (informe clasificatorio) o indicando su composición (informe composicional). Las explicaciones se centran en actividades y explican cómo y/o por qué suceden los procesos ya sea presentando una secuencia simple de eventos (explicación secuencial), mencionando múltiples factores contribuyentes (explicación factorial), focalizando en sus consecuencias (explicación de consecuencia), o centrándose en condiciones variables (explicación condicional) [5].

En cuanto al sistema gráfico, Martín y Rose [5] destacan que los informes y las explicaciones en ciencias usualmente se encuentran acompañados por elementos gráficos (como imágenes, diagramas, tablas, fotografías, entre otros). Uno de los modos que proponen para analizar las imágenes tiene en cuenta el foco que puede estar en entidades (describiéndolas, clasificándolas o indicando su composición), o en actividades (simples o complejas), o en ambas. A su vez, las imágenes pueden ser representaciones icónicas de fenómenos (fotografías o dibujos figurativos), representaciones indexicales (dibujos de contorno que no son íconos realistas ni puramente simbólicos), o representaciones simbólicas (gráficos, diagramas o tablas). Según Doran [6], los gráficos se utilizan regularmente para registrar mediciones, ilustrar patrones y resaltar interrelaciones.

En relación con el sistema matemático, en Química encontramos una amplia variedad de formas, siendo las ecuaciones químicas la forma de representación más común de las reacciones químicas. Las mismas involucran los símbolos de los elementos químicos, números y letras usados para caracterizar los reactivos y productos, unidades de medida, constantes, entre otros [7]. En esta disciplina, también se utilizan ecuaciones matemáticas que representan procesos codificados en números,

símbolos matemáticos, y una organización espacial que puede separar, recombinar y reconfigurar las relaciones entre sus elementos [8].

En cuanto al sistema tipográfico, van Leeuwen [9] propone no considerarlo como un arte abstracto, sino como un modo de comunicación en sí mismo que se realiza por medio del tipo de letra, el color, el tamaño, la textura, el espaciado o cualquier aspecto que haga que una palabra o frase resalte de las otras. En los textos escolares, este sistema se pone de manifiesto por ejemplo al destacar títulos, subtítulos y palabras clave.

Finalmente, respecto de los vínculos entre los sistemas, tanto Martín y Rose [5] como Chan [10] plantean un abordaje desde las relaciones lógico-semánticas entre los sistemas visuales y verbales. Proponen centrar el análisis considerando dos relaciones ideacionales: concurrencia y complementariedad. La relación es de concurrencia cuando el significado ideacional se corresponde a través de los modos semióticos, lo cual no implica que el significado simplemente se repita o duplique, sino que los distintos conjuntos de recursos semióticos empleados por cada modo permitan posibilidades distintas, ya sea especificando más o describiendo, mientras que no se introduce un nuevo elemento ideacional en el texto o en la imagen. La relación es de complementariedad cuando los significados de la imagen y el texto son diferentes pero complementarias, ya sea que la imagen o el texto extienda o adicione nuevos significados, que sean yuxtapuestos, que se complementen mutuamente, o que el contenido ideacional del texto se contradiga o discrepe con el de la imagen.

3. Metodología

El modo de análisis que proponemos considera lineamientos surgidos desde la perspectiva de la Lingüística Sistémico-Funcional [5] [7] [8] [9] [10] que hemos adaptado para textos de Química. El mismo se basa en aportes de la Teoría de Género y considera el significado ideacional de cada lenguaje en que se presentan los contenidos y sus vinculaciones en textos de manuales escolares del ciclo orientado de la Educación Secundaria.

Nuestra investigación presenta un modo de análisis con fines didácticos que consta de dos etapas: (1) análisis propiamente dicho de los textos y (2) redacción de consignas.

La primera etapa (1) involucra tres pasos: (1.1) selección del texto que incluye la elección del tema, el relevamiento y análisis de diferentes propuestas editoriales teniendo en cuenta la adecuación disciplinar de los contenidos y su abordaje didáctico; (1.2) identificación de los sistemas en que se expresa la información en el texto o textos seleccionados; (1.3) análisis de la información presentada en cada sistema identificado y su relación. Este último paso implica un análisis lingüístico de:

- el género para el sistema verbal: informe descriptivo, clasificatorio, o composicional, o explicación secuencial, factorial, de consecuencia o condicional;
- el tipo de representación y el foco para el sistema gráfico: representación icónica, indexical o simbólica; representación centrada en una entidad describiéndola o indicando su clasificación o composición, centrada en una actividad simple o compleja, o centrada en ambas;

- el tipo y significado para el sistema matemático: ecuaciones químicas (reacción representada, símbolos, números y letras empleados), y ecuaciones matemáticas (proceso representado, números, símbolos y organización espacial utilizada);
- los aspectos destacados a través del sistema tipográfico: títulos, subtítulos o palabras clave resaltados mediante diversos recursos;
- las relaciones lógico-semánticas entre los sistemas presentes: concurrencia y complementariedad.

La segunda etapa (2) toma como base los resultados del análisis e incluye la redacción de consignas de lectura que tengan en cuenta las características identificadas promoviendo especialmente procesos inferenciales que ayuden a los y las estudiantes a comprender en profundidad y a relacionar la información expresada en los diferentes sistemas.

4. Resultados

Exponemos acá un ejemplo del modo de análisis propuesto para un tema de Química. En el primer paso (1.1) seleccionamos el tema Equilibrio químico teniendo en cuenta que la necesidad de abstracción de este contenido suele dificultar la comprensión. Este problema ya ha sido reportado en relación con la multimodalidad que involucra. Moncaleano et al. [11] afirman que los y las estudiantes presentan inconvenientes para usar criterios macroscópicos que les permitan diferenciar un estado de equilibrio en un sistema químico y relacionarlo con su explicación microscópica. Bermúdez y De Longhi [12] han revisado diversos estudios encontrando que en este tema surgen obstáculos de aprendizaje y errores conceptuales relacionados con: la incorrecta interpretación de la doble flecha, el carácter dinámico del equilibrio, asociaciones inadecuadas en la estequiometría, dificultades con la constante de equilibrio K , errores en la predicción de la evolución de un sistema en equilibrio, entre otros. Además, a estos problemas se suma que la enseñanza habitual se muestra ineficaz para superar los inconvenientes. Según Raviolo y Martínez Aznar [13], la solución sería que los y las docentes realicen un abordaje crítico de los libros de texto para la enseñanza de este tema.

Analizamos diferentes propuestas editoriales, leímos varios textos y, buscando que el abordaje fuera motivador y adecuado desde el punto de vista disciplinar y didáctico, seleccionamos un libro de texto de edición actual que se adaptara al diseño curricular, a la planificación y a la orientación de la institución escolar (escuela técnica con especialidad en minería). Así, trabajamos con la propuesta de Bosack et al. [14] referida al equilibrio químico. Acotamos el análisis por razones de extensión a los siguientes textos: Equilibrio químico (Texto 1, p. 167); Constantes de equilibrio (Texto 2, p. 168); Evolución hacia el equilibrio (Texto 3, p. 169) y Principio de Le Chatelier (Texto 4, p. 170).

En el segundo paso (1.2) identificamos que los textos seleccionados conjugan los siguientes sistemas semióticos: verbal, gráfico, matemático y tipográfico según mostramos en la tabla 1.

Tabla 1. Sistemas semióticos identificados en los textos de la muestra.

Texto	Sistema	
Texto 1 Equilibrio químico	Sistema verbal	Texto que se despliega en 8 párrafos
	Sistema gráfico	Figura 9.3: Situación de equilibrio dinámico
	Sistema matemático	Cinco ecuaciones químicas
	Sistema tipográfico	Título con letra de mayor tamaño y diferente color Subtítulo con letra de tamaño intermedio y diferente color Palabras resaltadas en negrita
Texto 2 Constantes de equilibrio	Sistema verbal	Texto que se despliega en 9 párrafos
	Sistema gráfico	Figura 9.4: Gráfico del transcurso de una reacción o variación de concentraciones en el tiempo
	Sistema matemático	Cinco ecuaciones químicas Dos ecuaciones matemáticas
	Sistema tipográfico	Título con letra de mayor tamaño y diferente color Palabras resaltadas en negrita
Texto 3 Evolución hacia el equilibrio	Sistema verbal	Texto que se despliega en 12 párrafos
	Sistema gráfico	Figura 9.5: Evolución del equilibrio en función de Q_c y K_c Figura 9.6: Representación de un sistema en equilibrio Figura 9.7: Representación de un sistema fuera de equilibrio
	Sistema matemático	Dos ecuaciones químicas Cinco ecuaciones matemáticas
	Sistema tipográfico	Título con letra de mayor tamaño y diferente color Subtítulo con letra de tamaño intermedio y diferente color Palabras resaltadas en negrita
Texto 4 Principio de Le Chatelier	Sistema verbal	Texto que se despliega en 11 párrafos
	Sistema gráfico	Figura 9.8: Henry Le Chatelier (1850-1936)
	Sistema matemático	Dos ecuaciones químicas Cuatro ecuaciones matemáticas
	Sistema tipográfico	Título con letra de mayor tamaño y diferente color Subtítulo con letra de tamaño intermedio y diferente color Palabras resaltadas en negrita Viñetas

En el tercer paso (1.3), analizamos la información expresada en cada sistema y su relación para cada texto de la muestra. A los fines de este trabajo, presentamos solamente algunos ejemplos correspondientes a dichos textos junto con una propuesta de consignas de lectura elaboradas en la segunda etapa (2).

- Análisis del género (sistema verbal): presentamos dos ejemplos correspondientes a diferentes géneros: un informe y una explicación y las consignas de lectura propuestas para su abordaje. El primero se trata de un informe clasificatorio (párrafo 4 del Texto 1) que clasifica la entidad reacciones químicas en las subclases reacciones irreversibles y reacciones reversibles (ver tabla 2). El segundo ejemplo presenta una explicación condicional (párrafos 5, 6 y 7 del Texto 3) que muestra la dependencia de la evolución hacia el equilibrio en relación con la comparación de los valores de Q_c y K_c bajo las condiciones: $Q_c=K_c$, $Q_c<K_c$, $Q_c>K_c$ (ver tabla 3).

Tabla 2. Género y consignas para el sistema verbal del párrafo 4 del Texto 1.

Informe clasificatorio	Consignas de lectura
“A las reacciones que ocurren en un único sentido, como en este caso, se las llama unidireccionales o irreversibles . Sin embargo, en determinadas condiciones, la mayoría de las reacciones químicas ocurren en ambos sentidos, es decir son reversibles .”	El texto distingue dos subclases de reacciones químicas, ¿cuáles? Usando la información del texto, ¿cómo definirías los conceptos de reacción reversible y reacción irreversible? ¿Cuál es el criterio usado en la clasificación? ¿Qué significa unidireccional? ¿Qué expresión se usa en el texto con significado opuesto a unidireccional?

Tabla 3. Género y consignas para el sistema verbal de los párrafos 5, 6 y 7 del Texto 3.

Explicación condicional	Consignas de lectura
Como Q_c , resultó menor que K_c , el sistema deberá aumentar los productos y disminuir los reactivos para llegar al equilibrio y al valor de K_c , por lo tanto la reacción ocurrirá en el sentido de los reactivos hacia los productos (directa), hasta alcanzar el equilibrio.	Identifica las tres condiciones que pueden darse para la relación entre Q_c y K_c . Localiza en el texto la información para cada una de dichas condiciones. Para cada una de las condiciones responde: ¿qué es lo que aumenta y lo que disminuye en cada caso? ¿en qué sentido se produce la reacción? ¿hay equilibrio o hacia dónde tiende el equilibrio?
En los casos en que Q_c es mayor que K_c , el sistema se desplazará en el sentido de la reacción inversa, es decir, de los productos hacia los reactivos hasta alcanzar el equilibrio.	
Si $Q_c = K_c$, puede afirmarse que el sistema está en equilibrio, y ambas reacciones (directa e inversa) ocurren simultáneamente a la misma velocidad, por lo que las concentraciones de los reactivos y los productos permanecerán constantes.	

- **Análisis del tipo de representación y foco (sistema gráfico):** presentamos dos ejemplos correspondientes a diferentes representaciones simbólicas y las consignas de lectura propuestas para su abordaje. La primera se trata de dos imágenes submicroscópicas (figuras 9.6 y 9.7 del Texto 3) que muestran un sistema en equilibrio y uno fuera de equilibrio (ver tabla 4). Cada una de las imágenes tiene foco en describir, la primera un sistema gaseoso en equilibrio y la segunda un sistema fuera de equilibrio. La representación es simbólica ya que los átomos serían las bolitas rojas y las bolitas azules que ocupan todo el volumen del recipiente. Cuando los átomos forman una molécula se representan unidos entre sí. La segunda representación consiste en dos gráficos cartesianos (figura 9.4 del Texto 2) (ver tabla 5). El foco está en describir la dependencia entre la concentración y el tiempo para dos reacciones presentadas a modo de ejemplo en el texto. En cada caso se presentan dos curvas en un mismo gráfico cartesiano para su comparación.

Tabla 4. Tipo de representación y consignas para las imágenes del Texto 3.

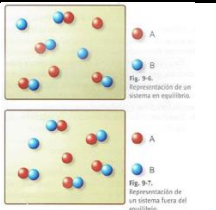
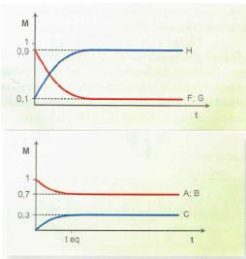
Imágenes simbólicas - Describir	Consignas de lectura
 <p>Fig. 9-6. Representación de un sistema en equilibrio.</p>	<p>¿Qué representan las bolitas rojas? ¿Y las azules? ¿Qué cantidad de cada una hay en cada sistema? ¿Qué significa que una bolita roja y una azul estén unidas? ¿Qué indica que las bolitas estén distribuidas en todo el recipiente? ¿Cuántas bolitas unidas y cuántas separadas hay en cada sistema? ¿Cómo relacionarías cada imagen con el concepto de equilibrio?</p>

Tabla 5. Tipo de representación y consignas para los gráficos cartesianos del Texto 2.

Imágenes simbólicas - Describir	Consignas de lectura
 <p>Fig. 9-4. Gráficos del transcurso de una reacción o de variación de concentraciones en el tiempo.</p>	<p>Observemos los gráficos. ¿Qué magnitudes se representan en cada eje? ¿Cuántas funciones se representan en cada gráfico? ¿Cómo se las distingue entre ellas?</p> <p>En relación con el primer gráfico, ¿cuál es el comportamiento de la concentración de los reactivos al transcurrir el tiempo? Una vez lograda la situación de equilibrio, ¿se registran en cada gráfico cambios en la concentración ya sea de los reactivos o de los productos? ¿Cómo se manifiesta esto en el gráfico? ¿Qué significa t_{eq}? ¿Qué criterio usarías para identificarlo?</p> <p>Analiza ahora el otro gráfico, ¿cuál es el comportamiento de la concentración del producto al transcurrir el tiempo? ¿Qué valor toman las concentraciones iniciales de los reactivos y del producto? ¿Es correcto esto? Identifica el tiempo t_{eq} en que se produce el equilibrio en el segundo gráfico. ¿Por qué se cruzan las curvas en el primer gráfico y no en el segundo?</p>

- Análisis del tipo de representación y significado (sistema matemático): presentamos dos ejemplos correspondientes a diferentes ecuaciones y las consignas de lectura propuestas para su abordaje. El primer ejemplo se trata de una ecuación química de equilibrio (Texto 1) que pone su foco en un proceso irreversible en el que reaccionan cloro gaseoso e hidrógeno gaseoso para dar cloruro de hidrógeno gaseoso (ver tabla 6). El segundo ejemplo presenta relaciones matemáticas que vinculan a Q_c , K_c y magnitudes relacionadas (Texto 4). Las mismas ponen su foco en las relaciones matemáticas en forma general y con valores correspondientes al ejemplo que se aborda en el texto (ver tabla 7).

Tabla 6. Tipo de representación y consignas para una ecuación química del Texto 1.

Ecuación química	Consignas de lectura
$Cl_2(g) + H_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$	<p>En la reacción química del ejemplo, indica cantidad y tipo para los reactivos y los productos. ¿Esta ecuación está balanceada? Justifica utilizando los valores de atomicidad y el coeficiente estequiométrico. ¿Qué significa la flecha? ¿En qué estado de agregación se encuentran los reactivos y el producto?</p>

Tabla 7. Tipo de representación y consignas para ecuaciones matemáticas del Texto 4.

Imágenes simbólicas - Describir	Consignas de lectura
<p>“A 1000° C tiene un valor de $K_c=1,59$. Recordá que Q_c se expresa como:</p> $Q_c = \frac{[CO]_i \cdot [H_2O]_i}{[CO_2]_i \cdot [H_2]_i}$ <p>Si se tiene un sistema en el que $[CO_2]_i=[H_2]_i=[CO]_i=1M$; y $[H_2O]=1,59$; y se calcula Q_c resulta:</p> $Q_c = \frac{1 \cdot 1,59}{1 \cdot 1} = 1,59 \neq K_c$ <p>Es decir, el sistema está en equilibrio.”</p>	<p>Identifica en el texto las ecuaciones para Q_c. ¿qué diferencia hay entre ambas?</p> <p>En la ecuación de Q_c, ¿cuáles son las magnitudes intervinientes? ¿Qué significa el subíndice i? ¿Qué operación se define entre las magnitudes?</p> <p>En la segunda ecuación de Q_c, ¿a qué magnitudes corresponden cada uno de los valores consignados? ¿Qué puedes decir acerca de las unidades en que se expresan cada una de las magnitudes?</p> <p>Interpreta el valor final de Q_c comparándolo con K_c.</p>

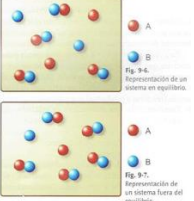
- Análisis los aspectos destacados (sistema tipográfico): presentamos un ejemplo correspondiente al análisis de marcas tipográficas y las consignas de lectura propuestas para su abordaje. El ejemplo involucra las marcas correspondientes al título, subtítulo y negritas (Texto 1) que destacan información relevante (ver tabla 8). Las consignas están centradas en: la activación de conocimientos previos, el análisis léxico intuitivo inicial de los conceptos centrales del tema y la realización de anticipaciones del contenido.

Tabla 8. Marcas tipográficas del Texto 1 y consignas para abordarlas.

Marcas tipográficas	Consigna de lectura
Título: El equilibrio químico (diferente color, mayor tamaño)	¿Qué significado le asocias a la palabra equilibrio? Considerando el título del texto El equilibrio químico, ¿qué te parece que significa la palabra equilibrio asociada a la palabra químico?
Subtítulo: Condición de equilibrio químico (diferente color, tamaño intermedio)	¿Qué supones que se trabajará en el texto bajo este subtítulo?
Palabras: equilibrio dinámico, reactivos, productos, irreversibles, reversibles, equilibrio químico (igual tamaño, letra negrita)	¿Qué significaría que un equilibrio sea dinámico? Ya se han trabajado en clase los conceptos de reactivos y productos, ¿recuerdas qué significa cada uno? ¿Qué significan los conceptos de reversible e irreversible? ¿Irreversible sería lo opuesto de reversible?

- Análisis de las relaciones lógico-semánticas entre los sistemas: presentamos un ejemplo correspondiente al análisis de las relaciones lógico-semánticas entre el sistema gráfico y el matemático, y las consignas de lectura propuestas para su abordaje. El ejemplo involucra las figuras 9.6 y 9.7 que ya analizamos en la tabla 4 y dos ecuaciones químicas (Texto 3). Ambos sistemas refieren a una situación de equilibrio y otra fuera de equilibrio. Las ecuaciones presentan un ejemplo que se ilustra en forma limitada en las figuras. Por esto, la relación entre estos dos sistemas es de complementariedad (ver tabla 9).

Tabla 9. Relación lógico-semántica entre el sistema gráfico y matemático en el Texto 3.

Sistema gráfico y sistema matemático- Concurrencia??	Consignas de lectura
 $Q_c = \frac{[PCL_3]_i \cdot [Cl_2]_i}{[Cl_5]_i} = \frac{2 \cdot 2}{1} = 4$ $Q_c = \frac{5}{1 \cdot 1} = 5 \neq K_c$	<p>Observa la primera ecuación de Q_c, compara con la Figura 9-6 e indica: ¿qué significan los valores 4, 2 y 2? ¿Por qué el sistema está en equilibrio? Justifica. (relación ecuación-imagen)</p> <p>Observa la segunda ecuación de Q_c, compara con la Figura 9-7 e indica: ¿qué significan los valores 5, 1 y 1? ¿Por qué el sistema está fuera de equilibrio? Justifica. (relación ecuación-imagen)</p>

5. Conclusiones

Dado que los textos de Química presentan un complejo entramado de los lenguajes verbal, matemático, gráfico y tipográfico, sería necesario que los y las docentes disciplinares realicemos un análisis de los mismos previo a su abordaje en las clases para poder plantear consignas de lectura que favorezcan el aprendizaje. En este trabajo hemos presentado una propuesta que se vale de la Lingüística Sistémico-Funcional para poder llevar a cabo esta tarea. Dicha propuesta consta de dos grandes etapas. En una primera etapa sugerimos, como un primer paso, seleccionar los textos en relación con la adecuación al contenido y el abordaje didáctico según el tema a tratar. En un segundo paso, proponemos identificar y analizar la información presentada en cada lenguaje y su interrelación. Esto ayudaría a distinguir el rol que juega cada lenguaje en la construcción del tema abordado, para así en una segunda etapa poder formular consignas de lectura que promuevan procesos inferenciales que ayuden a los y las estudiantes a comprender en profundidad y a relacionar la información expresada en los diferentes sistemas.

El modo de análisis propuesto expone una herramienta sencilla y novedosa que hemos diseñado para contribuir en el acompañamiento de la lectura. La misma podría aplicarse en otros textos con fines didácticos puesto que abre un camino que parte de desentrañar las relaciones presentes en los textos multimodales para diseñar ayudas que faciliten su comprensión.

6. Referencias

- [1] P. Carlino, «Se aprende muy diferente una materia si se lee y escribe sobre sus temas,» de *La escritura académica en Venezuela: investigación, reflexión y propuestas*, Mérida, Universidad de Los Andes, 2014, pp. 27-47.
- [2] M. Cheng y J. K. Gilbert, «Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in Chemical education,» de *Multiple representations in Chemical education*, Dordrecht, Springer, 2009.
- [3] G. Parodi, «Multisemiosis y lingüística de corpus: Artefactos (multi) semióticos en los textos de seis disciplinas en el corpus PUCV-2010. RLA,» *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, vol. 48, n° 2, pp. 33-70, 2010.
- [4] M. A. K. Halliday y J. R. Martin, *Writing science: Literacy and discursive power*, London: Taylor & Francis, 2005.
- [5] J. R. Martin y D. Rose, *Genre relations: Mapping culture*, London: Equinox, 2008.
- [6] Y. J. Doran, *The Discourse of Physics: Building knowledge through language, mathematics and image*, London: Routledge, 2018.
- [7] K. S. Taber, «Learning at the symbolic level,» de *Multiple Representations in Chemical education*, Dordrecht, Springer, 2009, pp. 75-108.
- [8] M. J. Schleppegrell, «The Linguistic Challenges of Mathematics Teaching and Learning: A Research Review,» *Reading & Writing Quarterly: overcoming learning difficulties*, vol. 23, n° 2, pp. 139-159, 2007.
- [9] T. van Leeuwen, «Towards a semiotics of typography,» *Information Design Journal*, vol. 14, n° 2, pp. 139-155, 2006.
- [10] E. Chan, «Integrating visual and verbal meaning in multimodal text comprehension: towards a model of intermodal relation,» de *Semiotic Margins: meaning in multimodality*, London, Continuum International Publishing Group, 2011, pp. 144-167.
- [11] H. Moncaleano, C. Furió, J. Hernández y M. L. Calatayus, «Comprensión del equilibrio químico y dificultades para su aprendizaje,» *Enseñanza de las Ciencias*, n° extra, pp. 111-118, 2003.
- [12] G. Bermúdez y A. L. De Longhi, «Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas,» *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10, n° 2, pp. 264-288, 2011.
- [13] A. Raviolo y M. Martínez Aznar, «El origen de las dificultades y de las concepciones alternativas de los alumnos en relación con el equilibrio químico,» *Educación Química*, vol. 16, n° 4e, pp. 159-166, 2005.
- [14] A. Bosack, A. M. Deprati, A. Ferrari, A. Balbiano y M. C. Iglesias, *Química: combustibles, alimentación y procesos industriales. Saberes clave*, Buenos Aires: Santillana, 2017.

La demostración matemática en los números enteros para futuros profesores

· Susana De Toma¹, Mariana Pérez²

¹ Instituto de Educación, Universidad de Hurlingham. Instituto de Formación Docente N°106 (Argentina)
susana.detoma@unahur.edu.ar

² Instituto de Educación, Universidad Nacional de Hurlingham. CONICET (Argentina)
mariana.perez@unahur.edu.ar

Resumen. Este trabajo trata sobre la demostración en matemática y su enseñanza aplicada al concepto de divisibilidad, números primos y compuestos. Para ello, se hace una breve introducción sobre el concepto de demostración en el que el trabajo se apoya, las funciones de esta y las actividades demostrativas que se adoptan, previas a la demostración matemática; y se propone actividades que permiten al estudiante de un primer año de un profesorado de matemática acercarse a esta manera de validar propia de la actividad de los matemáticos.

Palabras clave: Demostración matemática y su enseñanza. Funciones de la demostración. Actividades demostrativas.

1. Introducción

La demostración es un objeto de especial significación y ocupa un lugar central en el desarrollo de la matemática. Para R. Garnier y J. Taylor [1] la demostración es uno de los conceptos claves de la disciplina matemática y está vigente como recurso de comunicación, de validación y de ampliación conceptual de una teoría. También es un objeto de interés didáctico. Para G. Hanna y H. Jahnke [2] al ser la demostración una característica esencial de la matemática, debe ser una componente clave en la formación de todo aquel que la estudie. Sin embargo, la demostración como proceso de construcción y como producto final, es uno de los aspectos de la matemática considerado como difícil de enseñar y aprender (ver, por ejemplo, [3], [4] y [5]).

El estudiante universitario en Argentina viene de un ciclo medio donde en general el desarrollo de la matemática se centra en la aplicación de algoritmos [5]. Partiendo de este escenario y sumado al hecho de que los estudiantes serán profesores, nos preguntamos: ¿qué mejoras pueden proponerse para la enseñanza de la demostración? Nos proponemos como objetivo aquí explicitar qué tipo de actividades demostrativas resultan pertinentes para brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para esta forma de validación. Para ello brindamos una serie de actividades centradas en el concepto de divisibilidad. Cada una de ellas se caracteriza por la presentación de una situación problemática acompañada de una serie de preguntas sobre la misma, a los

efectos de facilitar la reflexión no solo de la resolución del problema, sino también de los modos y formas que adquiere esa resolución. Se explicitan los objetivos de cada actividad propuesta, para que sirvan de contralor tanto al docente como al estudiante y ver en qué medida dichos objetivos se van alcanzando.

Este artículo está organizado como sigue. En la sección 2 desarrollaremos cuál es el concepto de demostración matemática adoptada, cuáles son sus funciones y las actividades demostrativas que permiten pensar a la demostración no solo como un producto final sino como un proceso. En la sección 3 describimos brevemente el contexto en el cual se proponen las actividades demostrativas que se presentan. En la sección 4 explicitamos las actividades elegidas, sus objetivos y la propuesta de trabajo con cada una de ellas. Cerramos con algunas conclusiones y las perspectivas de trabajo. Este documento constituye un apartado de un trabajo final de una Especialización en Docencia Universitaria que las autoras realizaron.

2. De qué hablamos cuando hablamos de la demostración

Los matemáticos se ocupan de descubrir y comunicar ciertas verdades y la demostración es un método para comunicar una verdad matemática a otra persona que también "habla" el mismo idioma [6].

El lenguaje matemático se caracteriza fundamentalmente por su precisión, un concepto definido en matemática no admite ambigüedades al igual que una demostración, que, en principio, definiremos como una secuencia lógica que conduce a una conclusión. De lo que se desprende que para comprender una demostración resulta necesario por lo menos tres acciones:

1. Conocer y comprender el lenguaje matemático,
2. Identificar el método que utiliza el razonamiento que lo constituye, y
3. Formular y responder preguntas en relación con la demostración, a sus aplicaciones, a sus alcances y a sus limitaciones.

Considerar solamente a la demostración matemática como la idea de una formulación deductiva y formal, entendida de un modo rígido y absoluto en el seno de la comunidad matemática, como la única concepción posible, necesita de una revisión teórica [7]. Realizamos a continuación, un breve recorrido sobre los diversos significados de la idea de la demostración en relación con otras nociones próximas tales como explicación, argumentación y prueba.

N. Balacheff [8] denomina explicación a la idea primitiva de la cual derivan las de prueba y demostración. Es un discurso que pretende hacer inteligible la verdad de una proposición ya conocida. No se reduce a una cadena deductiva, sino que se organiza y se construye a partir del lenguaje coloquial. Una prueba, en cambio, se compone de explicaciones aceptadas por una comunidad dada en un momento dado, lo que hace que pueda evolucionar en el tiempo o ser aceptada por una comunidad determinada y no por otra. Por otro lado, la demostración es un tipo particular de prueba y constituye una sucesión de enunciados organizados siguiendo reglas determinadas.

Por otra parte, R. Duval [9] considera que la explicación y la argumentación son conceptos diferentes. En la argumentación se trata de mostrar el carácter de verdad de una proposición, mientras que en la explicación los enunciados tienen una intención descriptiva de un fenómeno, resultado o comportamiento. Avanza y distingue la demostración de la argumentación. La argumentación no es una demostración, ya que es un razonamiento que obedece a vínculos de pertinencia y no necesita estar vinculada con la validez, tiene como objetivo lo creíble y el convencimiento de los demás o de uno mismo. Ambos autores utilizan el término demostración con significados similares, como una secuencia de enunciados articulados según reglas determinadas.

En este trabajo tomaremos la conceptualización de Balacheff sobre la explicación de la que derivan las de prueba y demostración, con el propósito de hacer comprensible la verdad de una proposición ya conocida y no reducirla a una cadena deductiva que los estudiantes memorizan sin su profunda comprensión, sino que se organiza y construye a partir del lenguaje coloquial. Definiremos entonces demostración a una prueba que tiene ciertas características: una social, es aceptada por la comunidad de matemáticos, y una de forma, un cierto número de enunciados son aceptados como verdaderos y otros son deducidos de estos o de otros demostrados a partir de reglas de deducción tomadas de un conjunto de procedimientos lógicos.

2.1. Demostrar con qué objeto o ¿para qué?

La demostración cumple ciertas funciones de acuerdo con el propósito que persigue. M. de Villiers presenta un modelo en el que se evidencian las funciones de la demostración desde el mundo matemático y en el aula; y éstas son:

Verificación o convicción: establece la verdad de una afirmación. Se piensa a las demostraciones como autoridad absoluta para establecer validez de conjeturas y se considera detrás de teoremas la presencia de una secuencia de transformaciones lógicas. Normalmente se busca la demostración después de haber tenido la convicción de validez.

Explicación: exhibe los porqués de la verdad. En resultados evidentes o apoyados en evidencia cuasiempírica, la demostración explica causas.

Sistematización: organiza diversos resultados en un sistema que incluye axiomas, conceptos básicos y teoremas. Esta función ayuda a identificar inconsistencias y razonamientos circulares. Simplifica teorías integrando conceptos y proporcionando una visión global de la estructura subyacente.

Descubrimiento o creación: permite llegar a nuevos resultados. Esta función se apoya en la idea de que no todas las propiedades se descubren por intuición, sino que algunas pueden ser el producto de la demostración misma.

Comunicación: transmite el conocimiento matemático. En este punto se considera a las demostraciones como forma de discurso, de intercambio basado en significados compartidos.

El autor sostiene que la demostración no es un requisito para la convicción, sino al contrario. En muchas ocasiones, la intuición es la que convence de la veracidad de un resultado y una vez llegado a ese convencimiento, se motiva la demostración. Por esto, destaca la explicación como una función importante en la enseñanza de la demostración matemática.

2.2. La demostración matemática como proceso

En este trabajo proponemos actividades que permiten pensar a la demostración como un proceso y no como un producto final. Es importante, para ello, generar actividades que pongan en juego aquellas herramientas que permitan a los estudiantes lograr sus propias exploraciones y conjeturas, y dar los argumentos necesarios para validarlos o refutarlos. Siguiendo a L. Camargo [11], definiremos actividad demostrativa al conjunto de actividades que apoyan e impulsan la producción de una demostración matemática. Estas son: explorar, conjeturar, definir, argumentar y demostrar.

Explorar es una actividad de carácter experimental que está relacionada con el uso de estrategias de tipo heurísticas en busca de regularidades que se pueden generalizar o propiedades aún no identificadas. Conjeturar indica formular una suposición verbal, simbólica o gráfica, que está basada en evidencias empíricas. Ya que es producto de la exploración, se tiene un cierto grado de certeza de la afirmación que se hace, pero su validez se asegura cuando se justifique mediante una demostración matemática. Con el término definir nos referimos a una actividad de carácter experimental; es decir usar definiciones en la producción de cadenas deductivas.

Usamos el término argumentar en dos procesos: en la exploración, formulación y sociabilización de una conjetura y en la creación de la demostración de esta. En el primero, este término hace referencia a dar las razones o puntos de vista en pro o en contra de una afirmación con el objetivo de hacer aceptable un enunciado, establecer un cierto grado de certeza de este y postularse como candidato a ser demostrado. En el segundo, el término argumentar hace referencia a dar las razones o puntos de vista, identificar los enunciados o proponer referentes teóricos, en pro de una afirmación, con el objetivo de buscar ideas que conformarán la demostración matemática del enunciado. Y usamos el término demostrar, en relación con la demostración como producto final, cuando la actividad consiste en organizar enunciados matemáticos conocidos, y que se asumen como válidos, en una cadena deductiva que lleva hasta un hecho que quiere validarse, con el objetivo de establecer y comunicar la validez del enunciado.

3. Las actividades demostrativas y los porqués de su enseñanza

La demostración no puede ser tratada del mismo modo en un aula que en un ambiente puramente científico. Para convertirse en contenido de enseñanza, la matemática debe sufrir una transformación adaptativa, una *transposición didáctica* [12] bajo un conjunto de límites específicos del sistema didáctico.

Cuando se trata de enseñar demostraciones es habitual que el docente haga las demostraciones para toda la clase y luego les pida a los estudiantes que la repitan, resultando la imitación el método de enseñanza. Para superar esta situación Y. Chevallard y J. Tonelle [13] sugieren ubicarse en el terreno mismo de la evidencia, partiendo de los argumentos de los estudiantes y conducirlos a una situación paradójica en la cual se vean obligados a volver analizar los enunciados y sus propias argumentaciones, se trata de problematizar la evidencia.

En general en la enseñanza se libera al estudiante de la responsabilidad de la verdad de los enunciados. Particularmente si se tienen en cuenta que las actividades que en

general se les proponen son del tipo: “mostrar que...”. Se da por sentado la verdad de la afirmación y lo que queda por realizar es la demostración. Podría ocurrir que la demostración que pueden proponer los estudiantes sea confusa, incompleta, insuficiente sin que por ello sea falsa. Pero si no se tienen en cuenta las producciones de los estudiantes se termina imponiendo la demostración del profesor. Puede entonces generarse una diferencia importante entre la convicción del estudiante respecto a la validez de una solución que él mismo produce y la que produce el profesor [4].

Podemos decir que para que la demostración tenga sentido para los estudiantes es necesario que se les presente como una herramienta eficaz y confiable para establecer la validez de una proposición. Para ello debemos tener en cuenta las ideas previas, saber cómo funcionan y cómo pueden evolucionar; porque es a partir de ellas en pro o en contra de ellas, es que los estudiantes construirán el sentido de la demostración.

Los problemas que proponemos a continuación están destinados a estudiantes de un primer año de un profesorado de matemática. Éstas proporcionan una serie de actividades demostrativas para una construcción sucesiva de la demostración matemática y su enseñanza, en números enteros, avanzando en mayores grados de complejidad no solo con las actividades sino también con los contenidos propuestos. Las actividades demostrativas, aquí desarrolladas, constituyen una construcción tanto individual como colectiva, haciendo partícipe a los estudiantes del proceso de construcción del conocimiento matemático mediante exploraciones, aproximaciones, conjeturas y argumentaciones. Para ello proponemos actividades acerca de las demostraciones, no solo como forma de validación de los conocimientos sino también como forma de producción de estos. La incorporación de preguntas proporciona, además, una forma posible de acercarnos a la enseñanza de la demostración que la hace asequible a los estudiantes, futuros profesores de matemática.

4. Las actividades demostrativas y los modos de trabajo

Las actividades proponen, por un lado, analizar las partes de una proposición matemática, su valor de verdad e indicar, en el caso de ser falsa, cuáles serían las condiciones para que se convierta en verdadera. También incluyen actividades sobre la conjetura de una propiedad matemática a partir de la exploración numérica. Por otro lado, se incluye una lectura y posterior reflexión de un teorema matemático y su demostración, agregando una secuencia de preguntas.

Conocimientos previos: números enteros: operaciones básicas, divisibilidad, primos y compuestos y lógica proposicional: identificación de hipótesis y tesis de una proposición, conectores lógicos, su validez, el uso del contraejemplo o de argumentaciones.

Objetivos de la actividad 1: Esta actividad permite que los estudiantes analicen la estructura de una proposición matemática, comprendan la definición de un concepto matemático y reconozcan que una proposición puede ser falsa, pero restringiendo la hipótesis resulta verdadera.

Actividad 1. *Dada la siguiente afirmación: Sean a, b, c enteros cualesquiera tales que c no es cero. Si c es un divisor de $a*b$ entonces c es un divisor de a o c es un divisor de b .*

- a. *¿Qué definición matemática atraviesa esta proposición?*
- b. *¿Cuál es su hipótesis y su tesis? ¿cuáles son los conectores lógicos?*
- c. *Explora con distintos valores de a, b y c . ¿cuál es su valor de verdad?*
- d. *Si la proposición es verdadera esboza una prueba formal que lo justifique.*
- e. *Si la proposición es falsa, ¿es posible decir para qué valores de c se cumple la propiedad?*
- f. *¿Existe una restricción en dicha propiedad para que resulte verdadera? Enuncia la nueva proposición. Explica por qué es verdadera y probalo.*
- g. *Construye un ejercicio que permita utilizar la propiedad. Resuelve el ejercicio y muestra dónde la utilizas.*

Lo primero que plantea esta actividad es el reconocimiento de la definición que se utiliza. Unas primeras preguntas que se pueden hacer son ¿qué significa que un número c sea divisor de otro a ? ¿por qué c no puede ser cero? Luego se propone indicar cuál es la estructura lógica de la proposición, cuál es su hipótesis y su tesis. Algunas posibles preguntas son: ¿la hipótesis y la tesis son proposiciones simples o compuestas?

A continuación, la propuesta es la exploración numérica. Esto permite no solo la comprensión del enunciado, las posibles propiedades que se pueden desprender de una definición, sino también el acercamiento al valor de verdad. En dicha exploración los estudiantes pueden observar que si $c=4$ y $a=b=2$ se tiene que c divide a $a*b$ pero c no divide a a , pero en cambio hay una familia de ejemplos que la convierten en verdadera, por ejemplo $c=3$ y $a=2$ y $b=3$. Aquí se puede trabajar la veracidad de la tesis que está enunciada con una o, y , por lo tanto, ¿es necesario que el c elegido sea divisor de a y de b a la vez para sea verdadera?

A partir de los ejemplos, se puede preguntar, ¿para qué valores de c la proposición resulta verdadera? Si todos los ejemplos tomados son con números compuestos se puede proponer la exploración con primos. ¿Qué tienen en común todos los números donde resulta verdadera? A partir de este trabajo se propone enunciar una nueva proposición del estilo: *Si c es un número primo tal que c es divisor de $a*b$ entonces c es divisor de a o c es divisor de b .*

Por último, se puede proponer la siguiente actividad que guía su demostración:

- a. *Si c es un número primo y es un divisor de $a*b$, ¿cuándo la tesis es verdadera?*
- b. *Si c es un divisor de a , ¿cuál es el valor de verdad de la tesis?*
- c. *Si c no es un divisor de a , ¿qué tenemos que demostrar para que la tesis sea verdadera?*
- d. *En el caso anterior, ¿cuánto vale el máximo común divisor entre c y a ?*
- e. *Usando el ítem anterior, y sabiendo que c es un divisor de $a*b$, demostrar que c es un divisor de b .*
- f. *Usando todo lo trabajado, realiza una prueba matemática de la proposición.*

Objetivo de la Actividad 2: Esta actividad permite que los estudiantes a partir de la exploración numérica conjeturen una propiedad matemática. Posteriormente, se les propone que analicen el valor de verdad.

Actividad 2. Los números $2^2-1=3$, $2^3-1=7$, $2^5-1=31$, son todos primos, ¿qué ocurre si tomamos un primo natural n y hacemos la operación 2^n-1 ?

- A partir de la exploración con números primos naturales, conjetura una proposición y analiza su valor de verdad. En el caso de ser verdadera da una prueba que lo justifique y si es falsa encuentra un contraejemplo, indicando explícitamente cuáles son las características que debe tener.
- ¿Qué tipo de número es 2^n-1 , si n es un número natural compuesto? Conjetura una proposición matemática, indicando cuál es la hipótesis y la tesis.
- Investiga cómo se llama los números primos de la forma 2^n-1 ¿cuál es el número más grande conocido hasta hoy? ¿cuántas cifras tiene?

Los estudiantes pueden explorar con diferentes números n (primos y compuestos). Algunas preguntas que pueden orientar dicho trabajo son: da ejemplos observando algún patrón de regularidad, ¿qué regularidad numérica encuentras? ¿qué tipos de números primos elegiste? ¿Qué tipo de número es 2^n-1 ? ¿Cuál es la observación? Escribe una propiedad matemática que incluya tus observaciones. Con los primos propuestos $n=3, 5$ y 7 se tiene que 2^n-1 es primo. Por lo tanto, se podría conjeturar que: *si n es un primo natural, entonces 2^n-1 es también primo.*

Se puede avanzar sobre la validez de dicha afirmación. Algunas preguntas pueden ser: ¿se te ocurren nuevos ejemplos con otros primos? Para todos esos números primos, ¿ 2^n-1 es primo? En la siguiente tabla se observa que para $n=11$, $2^n-1=2047=23*89$ no es un número primo.

n	2^n-1	Fact(2^n-1)
2	3	3
3	7	7
4	15	3*5
5	31	31
6	63	3*21
7	127	127
8	255	5*51
9	511	7*63
10	1023	11*93
11	2047	23*89

Fig. 1. Cuadro donde se observan factorizaciones de 2^n-1 para distintos valores de n .

A partir de la tabla, y de nuevos ejemplos, se puede preguntar: cuándo tomamos números compuestos, ¿qué tipo de número es 2^n-1 ? Por ejemplo, en la tabla se puede ver que, si n es 4, 6, 8, 9 y 10 los números 2^n-1 son también compuestos. Se los puede invitar a escribir una proposición matemática del estilo: *si n es un compuesto natural, entonces 2^n-1 es también compuesto.* Se puede proponer la siguiente actividad que les permita construir una posible demostración:

- Sabemos que la hipótesis es verdadera y es una información que se puede usar para demostrar que la tesis es verdadera. ¿Qué significa que n es un número compuesto?
- A partir de la propiedad: $c^n - d^n = (c-d) * (c^{n-1} + c^{n-2} * d + \dots + c * d^{n-2} + d^{n-1})$ ¿Cómo puedo demostrar que 2^n-1 se escribe como producto de dos números naturales?

- c. A partir del ítem anterior concluir que $2^n - 1$ es un número compuesto.
- d. Aunque no todos los números $2^n - 1$ con n primo son primos, existen infinitos primos de esa forma. Averigua sobre este tipo de números muy conocidos.

Objetivo de la Actividad 3: Esta actividad permite comprender el significado de una proposición matemática y hace explícitas algunas de las preguntas necesarias para entender una demostración matemática con algún grado de dificultad.

Actividad 3. A partir de la lectura contestar las siguientes preguntas:

Proposición

Todo número natural mayor que 1 o bien es primo, o bien se puede escribir como producto de primos.

Demostración:

Consideremos el conjunto A definido de la siguiente manera:

$$A = \{a \in \mathbb{N} : a \text{ no puede factorizarse como producto de primos}\}$$

Tenemos dos opciones : $A = \emptyset$ o $A \neq \emptyset$

Supongamos que $A \neq \emptyset$. Por lo tanto A tiene al menos un elemento y como $A \subset \mathbb{N}$ posee un elemento mínimo, llamémoslo a_0 . Este número no es un número primo, por lo tanto, puede escribirse como el producto de dos números naturales a y b al menos uno de ellos no primo.

$$a_0 = b \cdot c \quad b, c < a_0$$

Observemos que b y c no pueden ser elementos de A porque el mínimo es a_0 .

Por lo tanto, b y c pueden escribirse como producto de números primos:

$$b = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n, \quad p_i \text{ primos}$$

$$c = r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_m, \quad r_i \text{ primos}$$

Entonces: $a_0 = \underbrace{p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n}_{b} \cdot \underbrace{r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_m}_{c}$

Hemos escrito a a_0 como producto de números primos, lo que contradice la hipótesis de que $a_0 \in A$. La contradicción vino de suponer que $A \neq \emptyset$. Por lo tanto todos los números naturales distintos de 1 pueden escribirse como producto de números primos.

- a. ¿Por qué se aclara que los naturales considerados no pueden ser 1?
- b. ¿Un número natural primo cumple la propiedad? Si no es primo, ¿qué queremos demostrar?
- c. En la demostración se define un conjunto A de ciertos números naturales. ¿Qué significa que A es no vacío?
- d. ¿Por qué si A es no vacío posee un elemento mínimo? ¿Qué propiedad justifica dicha afirmación?
- e. Supongamos que a_0 es el mínimo elemento de A , ¿por qué no puede ser primo?
- f. ¿Por qué si a_0 no es primo se escribe como $b \cdot c$, donde $b, c < a_0$?
- g. ¿Por qué b y c no son elementos de A ? Podes guiarte con una recta numérica.
- h. ¿Por qué si b y c no están en A se escriben como productos de primos?
- 1. A partir de los argumentos anteriores se llega a una contradicción, ¿dónde está la contradicción? ¿cuál es la conclusión a la que se llega?

A partir de toda la lectura realiza el siguiente problema de aplicación: En un hotel que tiene infinitas habitaciones el conserje comprueba al inicio de la noche que todas las puertas están cerradas. Luego llega un bromista que abre las puertas de 2 en 2, es decir que abre las puertas 2, 4, 6, 8, ... y así sucesivamente. Llega otro bromista que modifica el estado de las puertas de 3 en 3, comenzando con la 3, la 6, la 9, la 12 ... pero de modo que, si está cerrada, la abre, y si está abierta, la cierra, así abre la 3, cierra la 6, abre la 9, cierra la 12, etc. Y a partir de allí siguen llegando bromistas que abren la puerta que está cerrada y cierran la puerta que está abierta. El siguiente bromista va de 4 en 4, empezando con 4, 8, etc.; el siguiente de 5 en 5, luego de 6 en 6, luego de 7 en 7... y así van llegando al hotel infinitos bromistas a modificar el estado de las puertas. ¿Cuáles son las puertas que estarán abiertas y cuáles cerradas al terminar de pasar los bromistas? Escriban las conclusiones que derivan del problema.

Esta última actividad sigue una secuencia de preguntas que permiten la reflexión tanto de lo que propone la proposición como de los pasos deductivos para demostrarla. Un modo de trabajo es que los estudiantes se reúnan en pequeños grupos e intenten contestar las preguntas; luego, armar, entre todos con intervención del docente, una demostración más completa con todas las justificaciones dadas. A modo de ejemplo, la respuesta a la primera pregunta, referida al enunciado, es: la proposición aclara que los números al que hacen referencia no es 1, ya que éste no es primo; y la respuesta a la cuarta pregunta, referida a la demostración, es: como el conjunto A es no vacío, por el principio de buena ordenación, tiene un primer elemento, llamado mínimo, en el sentido que todo elemento de dicho conjunto es mayor que él. Se los invita también a realizar un problema de aplicación. Éste está relacionado con la paridad de la cantidad de divisores de cada número mayor que 1 y se apoya en la factorización de un número como producto de primos. Por ejemplo, la puerta 12, va a cambiar su estado para 2, 3, 4, 6 y 12 (o sea 5 veces), si originalmente estaba cerrada entonces va a terminar abierta.

5. Conclusiones

Habitualmente los docentes exponen las demostraciones para la clase y posteriormente solicitan a los estudiantes que solo la repitan sin mediar ninguna estrategia de apropiación. En palabras de M. Maggio [14] este tipo de clase universitaria está perdiendo sentido y se pregunta “¿por qué seguimos enseñando de la misma manera? (...) ¿Por qué insistimos en enseñar el conocimiento acumulado si sabemos que lo más importante es el que seremos capaces de construir?” Balacheff [4] propone que para que la demostración tenga sentido para los estudiantes se deben contemplar sus ideas previas, que, aunque éstas sean incompletas son perfectibles y los ayuda en el camino de la validación de sus propias argumentaciones. Las actividades demostrativas, aquí desarrolladas, constituyen una construcción tanto individual como colectiva, haciendo partícipe a los estudiantes del proceso de construcción del conocimiento matemático mediante exploraciones, aproximaciones, conjeturas y argumentaciones.

El sentido profundo de trabajar la demostración matemática en el aula es lograr la autonomía de los estudiantes mediante la lectura, la comprensión, la validación y /o refutación de las argumentaciones propias y ajenas. La actividad demostrativa como conjunto de actividades que apoyan e impulsan la producción de la demostración [11] que utilizamos fueron explorar, conjeturar, definir, argumentar y demostrar. Estas actividades facilitan la comprensión de las demostraciones y amplían la mirada sobre la resolución de problemas, que es la estrategia por excelencia de la enseñanza de la matemática.

La idea central es proponer actividades demostrativas a los estudiantes acerca de las demostraciones matemáticas, no solo como forma de validación de los conocimientos matemáticos sino también como su forma de producción. La incorporación de preguntas proporciona, además, una forma posible de acercarnos a la enseñanza de la demostración que la hace asequible a los estudiantes, futuros profesores de matemática.

Si bien este trabajo pone su atención en los números enteros, este modo de trabajar podría extenderse a otros contenidos matemáticos. Sería deseable poder desarrollar esta línea de trabajo a nuevas áreas de la matemática.

6. Referencias

- [1] R. Garnier y J. Taylor, *100% Mathematical Proof*. New York: John Wiley and Sons, 1996.
- [2] G. Hanna y H. N. Jahnke, *Proof and proving*. En A. J. Bishop et al. (Eds.): *International Handbook of Mathematics Education* (pp. 877-908). Dordrecht: Kluwer, A. P, 1996.
- [3] A. M. Recio, *Una aproximación epistemológica a la enseñanza y el aprendizaje de la demostración matemática*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 1999.
- [4] N. Balacheff, *Procesos de prueba en los alumnos de matemáticas*. Bogotá: una empresa docente y Universidad de Los Andes, 2000.
- [5] R. E. D'Andrea, *Análisis del razonamiento deductivo de estudiantes de carreras de Ciencias Naturales e Ingenierías en el proceso de validación de proposiciones matemáticas*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue. Neuquén. Argentina, 2010.
- [6] D. Solow, *Cómo entender y hacer demostraciones en Matemáticas*. México: Limusa. Noriega Editores, 1992.
- [7] J. Godino y A. Recio, *Significados institucionales de la demostración. Implicaciones para la educación matemática*, *Enseñanza de las Ciencias* 19, no. 3, 405-414, 2001.
- [8] N. Balacheff, *Processus de preuve et situations de validation*. *Educational Studies in Mathematics*, 18, 147-176, 1987.
- [9] R. Duval, *Argumentar, demostrar, explicar: ¿continuidad o ruptura cognitiva?* México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1999.
- [10] M. de Villiers, *El papel y la función de la demostración en matemáticas*. *Épsilon* 26, 15-30, 1993
- [11] L. Camargo, *Descripción y análisis de un caso de enseñanza y aprendizaje de la demostración en una comunidad de práctica de futuros profesores de matemáticas de educación secundaria*. Tesis doctoral, Universitat de València, Valencia, 2010.
- [12] Y. Chevallard, *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*, Aique, Buenos Aires, 1991.
- [13] Y. Chevallard y J. Tonnelle, *Evidence et démonstration. Actes de la III^e Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Orléans: Ed. A. Rouchie, 1982.
- [14] M. Maggio, *Reinventar la clase en la universidad* (1ra. edición). Buenos Aires: Paidós, 2018.

Descripción de estrategias de aprendizaje en estudiantes ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata

Tatiana Pujol Cols¹, Leonardo Funes¹, Mauro Chaparro²

¹Departamento de Educación Científica, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
tati.pcols@gmail.com; leofunes@gmail.com

²Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)
chaparromauro76@gmail.com

Resumen. El presente trabajo forma parte de una Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas, donde se propone analizar la relación entre las características socio-demográficas, las actitudes hacia la carrera, las estrategias para el aprendizaje y el rendimiento académico de la cohorte 2020 de los ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Se presenta aquí un primer avance de los resultados a partir del análisis de variables relacionadas con las estrategias de aprendizaje y factores personales a partir de un cuestionario respondido por los estudiantes ingresantes. Se realizó un estudio descriptivo a partir de un análisis factorial de correspondencias múltiples. Los resultados reflejan similitudes y diferencias entre cuatro clases diferenciadas principalmente por el grado de motivación y el uso de estrategias de aprendizaje eficaces, mostrando alguna relación con la dedicación de horas de estudio.

Palabras clave: Ingreso a la Universidad. Estrategias de Aprendizaje.

Introducción

Los inconvenientes experimentados por quienes acceden a la educación superior, se suelen manifestar ya sea, a partir de dificultades en el rendimiento académico, o bien en el abandono de la universidad. Esta problemática es, desde hace varias décadas, una preocupación creciente de los investigadores en educación a escala internacional. En el ámbito universitario, existe siempre [1] [2] la preocupación por la permanencia de los estudiantes que ingresan a las carreras, considerando que diversos estudios muestran que la mayor parte de los abandonos se producen en los primeros años de carrera, en especial en el primero [3].

Cuando un estudiante ingresa a la universidad se encuentra con diversos factores que influyen y condicionan su rendimiento académico y así su posibilidad de continuar cursando las diversas asignaturas que corresponden a su plan de estudio. E entre los diversos factores que se han estudiado en numerosas investigaciones [4], se ha

observado que las estrategias de aprendizaje de los estudiantes es uno de los factores principales de condicionamiento personal a la hora de mantener un rendimiento académico constante.

En la enseñanza universitaria un factor importante a tener en cuenta para interpretar el rendimiento académico incluye la motivación [5] pero por otro lado, para optimizar el rendimiento académico se requiere no solo que el estudiante conozca diversas estrategias de aprendizaje, si no que sepa ponerlas en práctica oportunamente, esto es, aprender estratégicamente, de modo que los estudiantes aprendan a aprender: mantener una motivación adecuada, distribución de tiempo y esfuerzo entre diversas actividades personales y realización de actividades que le permitan construir un aprendizaje significativo, considerando que las estrategias de aprendizaje influyen en forma determinante en el proceso de adquisición de información, su procesamiento y recuperación [6].

Como parte de una Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas, donde se propone analizar la relación entre las características socio-demográficas, las actitudes hacia la carrera, las estrategias para el aprendizaje y el rendimiento académico de la cohorte 2020 de los ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, en el presente trabajo se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Qué grado de utilización de estrategias de aprendizaje tienen incorporados los estudiantes ingresantes a la universidad? ¿Están relacionadas las estrategias de aprendizaje implementadas con la carrera seleccionada y con las horas dedicadas al estudio?

Como antecedente de utilización del cuestionario, otros autores confirmaron la existencia de relaciones significativas entre algunas de las variables aquí analizadas [5]. Se pretende así colaborar a las investigaciones relacionadas con el tema y obtener datos que permitan realizar acciones tendientes a interpretar qué características tienen los estudiantes que ingresan a la universidad a modo de pensar maneras de promover y sostener el grado de permanencia en la institución.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es describir estrategias de aprendizaje de los estudiantes ingresantes de la cohorte 2020 de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata y analizar la posible relación entre las estrategias implementadas y algunos factores personales.

Metodología

Se realizó un estudio descriptivo a partir del análisis estadístico de la respuesta de dos cuestionarios, uno acerca de datos personales y el Cuestionario de Motivación y Estrategias de Aprendizaje (MSLQ), traducido del originalmente diseñado por Pintrich et al. [7].

Las variables relacionadas a los datos personales y sus rangos se muestran en la tabla 1 mientras que las variables relacionadas con las escalas del MSLQ se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Variables relacionadas con datos personales de los estudiantes encuestados

Variable	Denominación	Rango
V1	Carrera a la que se inscribieron	Licenciaturas (Física, Química, Matemática y Cs. Biológicas), Profesorados (Física, Química, Matemática y Cs. Biológicas), Bioquímica
V2	Horas semanales dedicadas al estudio	Menos de 20 hs, Entre 20 y 36 hs, Más de 36 hs

Tabla 2. Variables relacionadas con las escalas del instrumento MSLQ

Variable	Denominación	Rango
V3	Valoración de las tareas realizadas durante el aprendizaje	Alto, Moderado, Bajo
V4	Expectativas acerca de la participación en las actividades de aprendizaje	Alto, Moderado, Bajo
V5	Grado de utilización de estrategias cognitivas y metacognitivas	Alto, Moderado, Bajo
V6	Grado de utilización de estrategias de manejo de recursos	Alto, Moderado, Bajo

Los datos se obtuvieron a partir del período de agosto del año 2020, correspondiente a la finalización de las cursadas del primer cuatrimestre de las asignaturas de la FCEyN por parte de 115 estudiantes ingresantes.

Utilizando el lenguaje R [8] se evaluaron las posibles asociaciones entre las variables consideradas mediante un análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM) y conglomerados para clasificar el conjunto de respuestas en grupos homogéneos.

Resultados y discusión

La imagen 1 muestra la distribución de frecuencias relacionadas a la variable V1 (Carrera seleccionada). Puede observarse que más de la mitad de los individuos encuestados eran personas inscriptas a alguna Licenciatura. La imagen 2 muestra la distribución de frecuencias relacionada a la variable V2 (Cantidad de horas de estudio). Puede observarse allí que la mayoría de los encuestados utiliza un tiempo considerable para dedicarlo al estudio de las asignaturas de su carrera, ya que entre los que dedican más de 20 hs. semanales y los que dedican entre 10 y 20 hs. se encuentra representado el 84,4% de los datos.

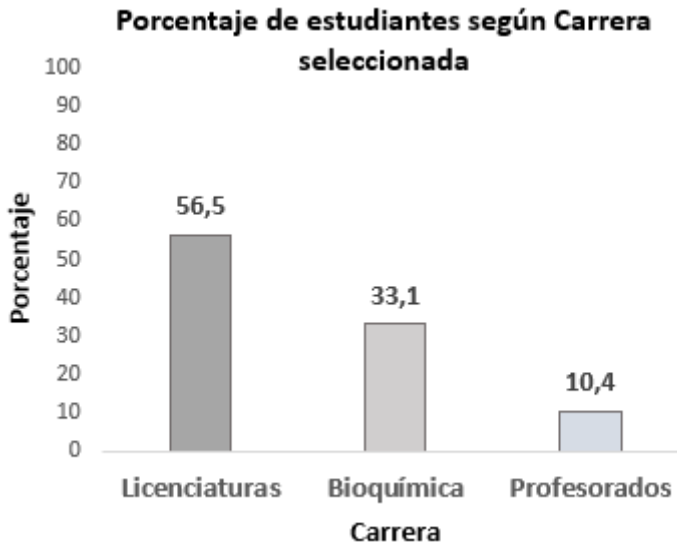


Fig. 1. Distribución de Frecuencias de alumnos inscriptos a las carreras de la U.N.M.d.P.

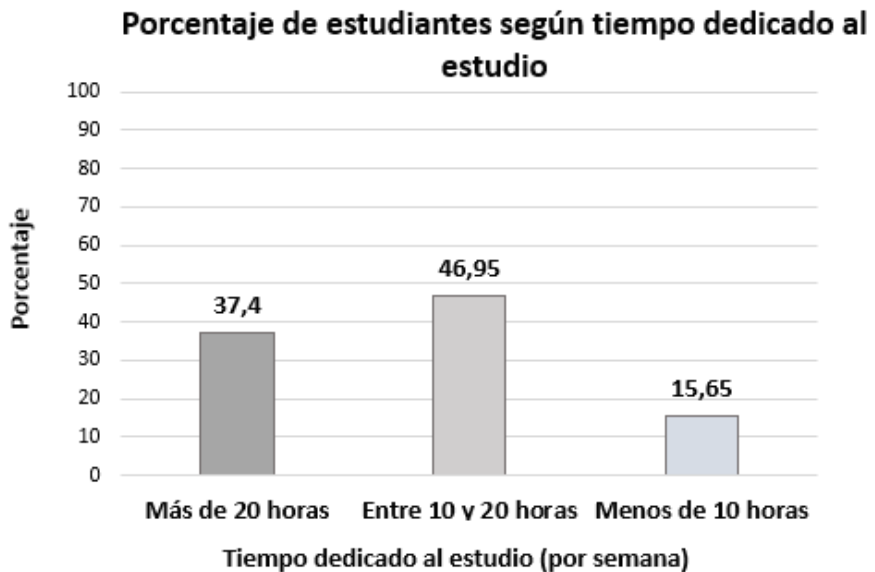


Fig. 2. Distribución de frecuencias relacionada a la cantidad de horas semanales que dedican los alumnos al estudio

En el análisis del AFCM se utilizaron 7 ejes factoriales con los que se logró proyectar el 94 % de la inercia total del conjunto de datos y caracterizar cuatro aglomerados o clases. en la imagen 3 se muestra el dendograma obtenido con las clases identificadas y el porcentaje de individuos en cada clase.

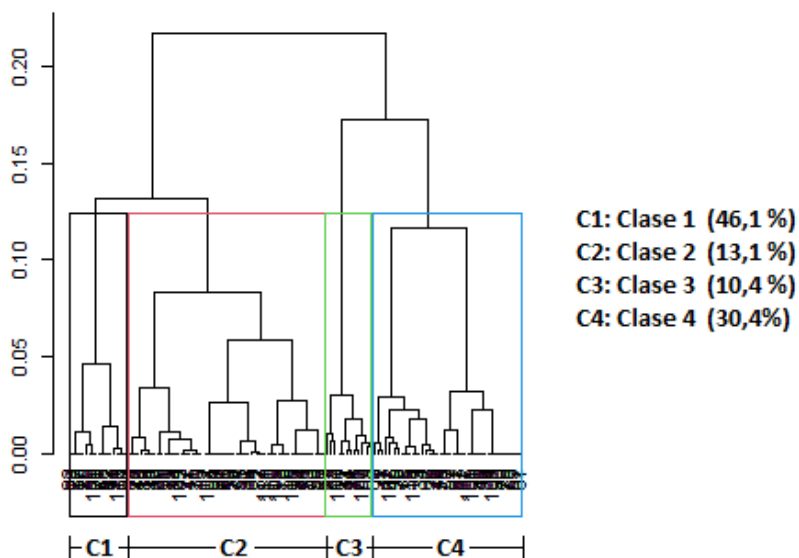


Fig. 3. Dendrograma obtenido indicando el punto de corte y los principales grupos identificados

Clase 1 (46,1%, 53 individuos): En este grupo se encuentran los estudiantes que seleccionaron valores de respuestas intermedios para las variables V3, V4, V5 y V6 referidas a motivación y estrategias de aprendizaje. Este grupo se caracteriza además por estudiantes que dedican más de 20 horas semanales al estudio (Variable V2). En la tabla 3 puede observarse el resultado obtenido en R para esta clase. En las columnas se representa la proporción de individuos condicionados, es decir, Clase/Modalidad representa la proporción de individuos que pertenecen a la Clase dada la Modalidad (variable estudiada). El porcentaje corresponde a la probabilidad de que esa modalidad esté bien representada en cada clase.

Tabla 3. Resultados obtenidos en la clase 1

Variable (Rango)	Clase/modalidad	Porcentaje
V5 (moderado)	70,59	90,57
V4 (moderado)	70,37	71,7
V3 (moderado)	72,92	66,04
V6 (moderado)	52,08	94,34
V2 (Más de 36 horas semanales)	58,14	47,17

Clase 2 (13,1%, 15 individuos): En este grupo se encuentran el 100% de los estudiantes ingresantes que indicaron que dedican menos de 10 horas semanales al estudio. No parecen destacar en ninguna otra característica en cuanto a las dimensiones analizadas. En la tabla 4 puede observarse el resultado obtenido en R para esta clase.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la clase 2

Variable	Clase/modalidad	Porcentaje
V2 (Menos de 20 horas semanales)	83	100

Clase 3 (10,4%, 12 individuos): En este grupo se encuentran el 100% de los estudiantes ingresantes de las carreras de profesorado. No parecen destacar en ninguna otra característica en cuanto a las dimensiones analizadas. En la tabla 5 puede observarse el resultado obtenido en R para esta clase.

Tabla 5. Resultados obtenidos en la clase 3

Variable	Clase/modalidad	Porcentaje
V1 (Profesorado)	100	100

Clase 4 (30,4%, 35 individuos): En este grupo se encuentran los estudiantes ingresantes que seleccionaron altos valores de variables V3, V4, V5 y V6 referidas a motivación y estrategias de aprendizaje. Se trataría de estudiantes que tienen una alta valoración por la carrera seleccionada y que son en su mayoría optimistas y con confianza en sí mismos. En la tabla 6 puede observarse el resultado obtenido en R para esta clase.

Tabla 6. Resultados obtenidos en la clase 4

Variable	Clase/modalidad	Porcentaje
V5 (alto)	70,21	94,28
V3 (alto)	52,24	100
V4 (alto)	52,46	91,43
V6 (alto)	73,68	40

Conclusiones

La interpretación de los datos obtenidos refleja que el grupo de estudiantes ingresantes muestra en general grado de motivación a la hora de comenzar sus estudios universitarios de moderado a alto y un uso variado de estrategias de aprendizaje (como muestra la formación de las clases 1 y 4), indicando que en general el perfil de

estudiante es bastante homogéneo sin evidenciar distinciones significativas entre las distintas carreras. Por otro lado, aparece como una variable a considerar la alta dedicación de horas de estudio relacionada a valores medios de motivación y uso de estrategias eficaces, resultado similar al obtenido en otros estudios realizados con el mismo instrumento [5]. Pareciera que la relación entre motivación y horas dedicadas al estudio podrían ser variables a tener en cuenta a la hora de analizar el rendimiento académico de los estudiantes al finalizar el ciclo lectivo.

Retomando lo planteado en la Introducción, los resultados obtenidos pretenden invitar a profundizar la interpretación y análisis de las dificultades de aprendizaje desde estructuras conceptuales que permitan tomar medidas con la intención de promover espacios de enseñanza y aprendizaje en el nivel universitario que aumenten la motivación durante el estudio de una carrera y que ayuden a optimizar las estrategias de aprendizaje, con propuestas que los interpelen y los invite a aprender a aprender.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio, de corte cuantitativo, tiene las limitaciones propias este tipo de aproximaciones. Se propone en futuros estudios desarrollar indagaciones mediante metodologías cualitativas, entrevistando a sujetos representativos de los grupos obtenidos, para profundizar aspectos personales relacionados con la elección de las respuestas del cuestionario.

Referencias

[1] Lotkowski, V., Robbins, S., y Noeth, R. (2004). *The role of academic and non-academic factors in improving college retention. ACT Policy Report. Iowa City, IA: ACT, Inc.*

[2] Ezcurra, A. (2011) *Abandono estudiantil en educación superior. Hipótesis y conceptos. En: Gluz N. (Ed.). Admisión a la universidad y selectividad social. Cuando la democratización es más que un problema de “ingresos”, 23-62. Buenos Aires: Universidad Nacional de General de Sarmiento.*

[3] García-Valcárcel, A. y Tejedor, F.J. (2007). *Estudio de las actitudes del profesorado universitario hacia la integración de las TIC en su práctica docente. 10º Congreso Iberoamericano EDUTEC 2007, 23-25 Octubre, Buenos Aires (Argentina).*

[4] Rodríguez-Gallego, M. (2014). *El Aprendizaje-Servicio como estrategia metodológica en la Universidad |Service-learning as a methodological strategy at University. Revista Complutense de Educacion. 25. 95-113.*

[5] Rinaudo, M. C.; Chiecher, A.; Donolo, D. (2003). *“Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire”. Anales de psicología, 19(1), 107–119. Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia (España).*

[6] Castañeda, S. (2004). *Educación, aprendizaje y cognición. México D. F.: Editorial El Manual Moderno.*

[7] Pintrich, P., McKeachí, W., Smith, D., Doljanac, R., Lin, Y., Naveh-Benjamin, M., Crooks, T. y Karabenick, S. (1988). *Motivated strategies for learning questionnaire. Michigan: The University of Michigan (NCRIPTAL).*

[8] Core Team R. (2014). *A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna*

Un virus, un vector y cinco secuencias didácticas

Miguel Martín Mancini¹, Valeria Ortiz¹, Priscila A. Biber¹

¹Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina).

miguel.mancini@mi.unc.edu.ar ; ortizvaleria.p@gmail.com ; priscila.biber@unc.edu.ar

Resumen: A partir del curso de formación docente “*Promoción de la salud y prácticas educativas. El Dengue como problemática socioambiental*”, que tuvo lugar durante el año 2019, las participantes, docentes en ejercicio, realizaron secuencias didácticas de esta temática para sus espacios curriculares: cuatro de Nivel Secundario, y una de Nivel Superior. El objetivo de este trabajo consistió en analizar estas secuencias considerando como categorías teóricas: contexto de producción, caracterización del enfoque de Educación para la Salud (EpS), potencialidades y dificultades de las estrategias didácticas, y valoración de la bibliografía seleccionada. La metodología utilizada fue el análisis de contenido, y las aproximaciones fueron de corte descriptivo. Como resultados, encontramos que las secuencias son heterogéneas, ya que están pensadas para diversos espacios curriculares, abonando en el sentido de la multirreferencialidad de una problemática socio-ambiental. Respecto al enfoque de EpS se percibe una tensión entre perspectivas biomédicas y enfoques más integrales. En estas secuencias se declaran las intenciones por estrechar vínculos con la comunidad, se recupera la idea del uso de TIC, se destaca la intención por diversificar materiales, y la inclusión de actividades de selección de información como desafío central de una sociedad hipermediada.

Palabras clave: Secuencia didáctica; Educación para la salud; Enseñanza; Dengue

1. Introducción

A partir del curso de formación docente “*Promoción de la salud y prácticas educativas. El Dengue como problemática socioambiental*”, que tuvo lugar entre agosto y octubre del 2019 en la Ciudad de Córdoba (Argentina), las participantes diseñaron secuencias didácticas sobre esta temática, aplicadas a los cursos y diseños curriculares en los que ejercen su actividad docente. Cuatro de estas secuencias están dirigidas a estudiantes del Nivel Secundario, y una a estudiantes del Nivel Superior. Vale la pena en este sentido, contextualizar el entorno de desarrollo: una experiencia semipresencial que contó con una clase creada en la plataforma *Google Classroom* que ofició como aula virtual para el dictado del curso.

La fundamentación del desarrollo de este curso manifestaba la necesidad de deconstruir la idea de la enfermedad desde un punto de vista biomédico y reconstruir una perspectiva desde la promoción de la salud que apunte a mejorar condiciones y

calidad de vida, entendiendo al Dengue como un problema socioambiental. Bajo estas premisas, resulta importante abordar la problemática del Dengue en un sentido amplio y complejo, transversal a una multiplicidad de actores y desde un enfoque de Eco-salud [1]. El Dengue, una enfermedad viral transmitida por el mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera, Culicidae), es uno de los graves problemas de salud pública a nivel mundial [2]. Este enfoque desde la Salud Pública, convive actualmente con un cuerpo referencial de Salud Colectiva [3], que también contempla esta problemática. En las últimas décadas se fueron dando las condiciones propicias para la reaparición de la enfermedad en la Argentina. Esta situación epidemiológica se torna relevante al considerar también la presencia de gran cantidad de factores de riesgo como: el crecimiento de asentamientos populares carentes de servicios públicos; los altos niveles de susceptibilidad a los serotipos circulantes; el incremento en la cantidad de residuos sólidos urbanos que actúan como depósitos y recipientes artificiales; la escasa vigilancia entomológica y el control químico [4]. Basso (2010), también considera que las acciones biomédicas no han sido del todo suficientes para poner de relieve a la problemática, ya que se trata de un problema que involucra sistemas socio-bio-ecológicos en constante evolución [1]. Evidentemente, esto pone el acento en la necesidad de trabajar estas redes discursivas con la ciudadanía. En este marco, la educación debe favorecer el acceso a la información, el desarrollo de habilidades para la vida, la identificación de posibilidades de elección saludables y el empoderamiento de los individuos y la comunidad para actuar en defensa de su salud [5].

Por otro lado, la elaboración de secuencias didácticas se concibe como una oportunidad inestimable para promover la dialéctica teoría-práctica, desde una perspectiva que invierte el modelo clásico de formación según el cual la teoría precede a la acción [6]. Estas secuencias son los documentos donde se manifiestan las intenciones de enseñanza. No como reflejo de las clases de las profesionales docentes, pero sí como basamento para la reflexión, adherimos con que una tarea importante es integrar -en la formación docente- el conocimiento pedagógico-didáctico con los contenidos específicos del campo de la EpS, pero siempre contextualizados en los problemas prácticos que plantea educar en salud en los contextos actuales y locales [7]. En este sentido, entendido el Dengue como problemática emblema de los nuevos paradigmas en Educación para la Salud y contextualizado como una problemática actual y regional, también el uso de las TIC son decisivas para su abordaje. Estamos ante una nueva escuela, en donde la cultura digital ocupa un lugar preponderante [5,8]. El uso de las TIC como herramientas mediadoras nos permite generar nuevos modos de percepción, lenguajes, narrativas, escrituras y sensibilidades en el marco de interacciones sociales [5]. Es por ello que la propuesta de este curso se emplaza en este marco multimedial con el uso de la plataforma *Google Classroom*. Bajo el precedente de la decisión metodológica de este curso y del escenario digital general, no es de sorprender que las secuencias que aquí se analizarán, intenten incluir en sus propuestas adecuaciones pedagógico didácticas que sigan estos lineamientos, ya sea porque formaba parte de las consignas del curso, o porque forma parte de las innovaciones propias que las docentes pretenden posibilitar.

2. Objetivos y metodología

El Objetivo General de este trabajo consiste en analizar las cinco secuencias didácticas de las docentes de Nivel Medio y Superior que participaron del curso “*Promoción de la salud y prácticas educativas. El Dengue como problemática socioambiental*”. Este análisis se realizó en función de la construcción de cuatro categorías teóricas generales: contexto de producción, caracterización del enfoque de Educación para la Salud que subyace en los diseños, potencialidades y dificultades de las estrategias didácticas, y valoración de la bibliografía seleccionada. Las categorías de análisis se construyeron a partir de aquellas validadas por otros autores [9,10,11], y con base en aspectos emergentes que surgieron de una exploración inicial de las secuencias didácticas.

Para estos fines, la metodología seleccionada fue de tipo cualitativa, mediante el análisis de contenido [12,13]. Las aproximaciones realizadas son de corte descriptivo. De esta manera, se resignificaron las secuencias didácticas, teniendo en cuenta la distancia temporal.

3. Resultados

3.1. El Contexto de producción

Las secuencias analizadas son heterogéneas. Están pensadas para diversos espacios curriculares, distintos niveles educativos- desde tercer año hasta Nivel Superior- y orientadas en distintos formatos pedagógicos. En función de ello, las fundamentaciones que sustentan el armado de las secuencias didácticas, varían de un caso a otro. Adquiere alta notoriedad la secuencia que se propone transponer una problemática socio-ambiental como el Dengue en la búsqueda de alfabetizar algunas habilidades como la observación, el análisis, la interpretación de gráficos, y la utilización adecuada de material de laboratorio y manejo de instrumentos sencillos; en el espacio curricular “Física”. Esto denota la versatilidad del contenido por un lado; y la creatividad y suspicacia de la/s docente/s [14], por otro. Ejemplo también de este tratamiento, es la secuencia que recoge esfuerzos de interdisciplinariedad entre Química y Ciudadanía Política, en el Ciclo Orientado de Economía y Administración. Espacios que pueden resultar alejados de los marcos de referencia tradicionales en los que se imparte la enseñanza de las enfermedades (sobre todo en el Nivel Secundario, mucho más relacionado con Biología o Ciencias Ambientales) [7], contribuyen a la multirreferencialidad en torno al Dengue [15], y confirman la naturaleza compleja de esta problemática, lo cual podría aportar en dirección a una perspectiva transformadora de la concepción de Salud.

3.2. Caracterización del enfoque Educación para la Salud que subyace en los diseños didácticos

Conocida es la tensión entre dos enfoques de Educación para la Salud, aún coexistentes: por un lado, la perspectiva biomédica de tono preventivo, sustentado en una concepción de Salud como fenómeno biológico e individual, vs. un enfoque integral, basado en el paradigma de Promoción de la Salud, que sustenta una visión holística del ser humano y su Salud y reconoce a la salud individual y colectiva en el contexto de las condiciones de vida [5,7,16,17].

En este sentido, se identifica en las secuencias analizadas una tendencia a abordar la temática en el camino de un paradigma integral y reflexivo. Estas aproximaciones, pueden derivarse de los lineamientos con que fue pensado el curso: la problemática del Dengue debe ser considerada dentro del entorno social, cultural y económico de la comunidad [5]. Un ejemplo que vale la pena mencionar, es el armado de un Plenario que figura en una de las secuencias didácticas: allí se invita a los estudiantes destinatarios de la secuencia a interactuar mediante preguntas disparadoras en relación al análisis de la cuadra y su barrio, en el que dialogan aspectos empíricos, posibles medidas de prevención, acciones localizadas y estatales, y el rol de la colaboración [2]. Algunas de estas preguntas son: *“Según usted, ¿a quién le corresponde la iniciativa en las acciones para que el ambiente del barrio sea saludable: al Estado, el municipio, los ministerios, las ONG, organizaciones barriales o, a los vecinos?, ¿Tiene conocimiento sobre la forma de transmisión de la enfermedad y del rol del mosquito en ese proceso? ¿Sabe cuáles son las medidas preventivas?, ¿Cuál es su opinión sobre por qué no respetamos las medidas preventivas?, ¿Qué relación cree que haya entre esto y la vulneración de los derechos de los vecinos?, ¿Le parece que podríamos, como vecinos, generar acciones localizadas para prevenir la difusión de criaderos de mosquitos Aedes aegypti?”*. Sin embargo, se reconoce en la mayoría de las secuencias, una preponderante mirada biologicista y científicista del proceso [7]. Un ejemplo de ello, son las preguntas que intentan activar ideas previas en una de las secuencias didácticas: *“¿Cuáles son los vectores causantes de enfermedades? - ¿Cómo es el ciclo del mosquito? ¿Dónde ovipone? - ¿Cuáles son los síntomas del dengue y del dengue grave? - ¿Tienen tratamiento? - ¿Cuáles son las actividades de prevención que se deberían llevar a cabo en la comunidad?”*. Aún más: estas respuestas no se retoman, o no se indagán con demasiada profundidad, ni se explicitan otros diálogos problematizadores para contrastar o validar cierres parciales. Bajo estas observaciones, se manifiesta en algunas de estas secuencias, la intención de generar actividades que tiendan a estrechar vínculos con la comunidad aterrizando en una actividad de cierre, como ser, el diseño de folletos informativos o de una actividad dirigida a estudiantes de secundaria que dé cuenta de los conceptos de prevención de enfermedades y promoción de la Salud (a propósito de la secuencia de Nivel Superior). Habilitar espacios para estas reflexiones, no así la descalificación, es el imperativo nodal de la Educación para la Salud.

3.3. Potencialidades y dificultades de las estrategias didácticas de presentación de contenidos y aprendizajes seleccionadas

Como potencialidades, es preciso manifestar que en las secuencias se identifica la inclusión de TIC: proyección de videos, enlaces a páginas web, utilización de aplicaciones digitales, inclusión de diversos formatos digitales como fotos estáticas y GIF e incorporación de plataformas virtuales. Habida cuenta de la revolución que estas tecnologías han significado en la enseñanza de las ciencias, los dispositivos tecnológicos presentes en las aulas (como pueden ser PC/notebooks, tablets, teléfonos inteligentes, entre otros) pueden transformarse en poderosas herramientas que faciliten la indagación y búsqueda de información sobre diferentes fenómenos naturales y culturales [18]. Que no pase desapercibido, el hecho de que esta inclusión puede tener un correlato con el mismo medio virtual en el que se gestó el curso.

El trabajo colaborativo o grupal, también parece ocupar un espacio central en las propuestas de enseñanza [19,20].

Entre las dificultades de las propuestas, se refleja en algunas cierta falta de cohesión entre las actividades solicitadas; algunas distancias entre los propósitos de enseñanza y los objetivos de aprendizaje; y otras que pretenden abarcar muchos aprendizajes y contenidos en muy poco tiempo [21]. Estas dificultades en las decisiones didácticas, o en el modo de expresarlas, bien puede tener un componente formativo del docente, bien puede depender del contexto escolar, bien puede plantearse como la sublimación de un verdadero desafío, ya que el modo de concebir la salud y la enfermedad desde la Promoción de la Salud puede resultar un verdadero escollo y podría impactar en forma directa en el cuerpo docente que se enfrentaría a una demanda superior de aquella que exige el modelo clásico descriptivo de las enfermedades [15].

3.4. Valoración de la bibliografía seleccionada

Respecto a la bibliografía que ofrecen las autoras de las secuencias didácticas, figuran principalmente enlaces Web, y ofrecen una variedad de alternativas de formatos: notas periodísticas, información en páginas oficiales del Gobierno, notas de divulgación científica, recursos audiovisuales (spots radiales, series y cortos), etc. Lo que denota una intención por diversificar los materiales, y la orientación hacia la selección de información en momentos donde el desafío se centra en esta práctica, y prácticas subsecuentes: integración curricular y adquisición de competencias para el manejo de dicha información [5].

Se reconoce, sin embargo, que las referencias a estos sitios, carecen de referentes teóricos específicos; y en caso de tenerlos, estos referentes pueden resultar desactualizados (como lo es el caso del libro “Ecología de Oddum”, propuesto en la secuencia de Nivel Superior, que data del año 1972).

4. Conclusiones

Consideramos que en estas secuencias se tiende a estrechar vínculos con la comunidad, y a habilitar nuevas reflexiones, buscando complejizar miradas, considerando las actuales perspectivas en Educación en Salud colectiva. En todas se recupera la idea de herramientas TIC que faciliten la indagación y búsqueda de información sobre diferentes fenómenos. Esto podría deberse al medio virtual en el que se gestó el curso, ya que estamos profundamente atravesados por la digitalidad, y estas secuencias dan cuenta de dicho contexto.

Cabe destacar la intención por diversificar materiales en estas propuestas. Quizás porque, ya era notoria en 2019 la demanda de nuevos formatos y lenguajes, en el que los estudiantes tengan acceso a otras prácticas de lectura y escritura, para que archiven, guarden, acumulen, estudien en soportes que permiten otro tipo de prácticas, realicen presentaciones más ilustrativas, y accedan a páginas más interactivas o con otros modos estilísticos. También, resulta relevante en el tratamiento de las secuencias, el propósito de trabajar la selección de información como desafío central, buscando transformar la mirada de los y las estudiantes en y sobre sus entornos más cercanos.

5. Referencias

- [1] Betancourt, Ó., Mertens, F., & Parra, M. (2016). *Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya Yala. 295 p.
- [2] Basso, C., ed. (2010). *Abordaje ecosistémico para prevenir y controlar al vector del dengue en Uruguay*. Montevideo: Universidad de la República. 284 p.
- [3] Silva Paim, J., & Almeida Filho, N. M. D. (1999). La crisis de la salud pública y el movimiento de la salud colectiva en Latinoamérica. *Cuadernos médico sociales*, 75, 5-30.
- [4] Biber, P.A. (2018). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, entre la Educación para la Salud y el Dengue. Un análisis de sitios/páginas Web y su inclusión en el sistema educativo de la provincia de Córdoba. *Revista de Educación en Biología*, sección Tesis, 21 (1), 74-79. ISSN 2344- 9225. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22547>
- [5] Biber, P. A., Garcia Romano, L., & Peláez, C. (2021). La valoración de sitios web relacionados con Dengue para la selección de materiales como aporte a la formación docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 291-320.

- [6] Tomatis, C. A., Somavilla, A. R., & Ortiz, F. (2014). Reflexión docente y diseño de secuencias didácticas en un contexto de formación de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, 53(1), 130-144.
- [7] Pastorino, I.C., Astudillo, C.S., & Rivarosa, A.S. (2016). Aportes para una didáctica de la Educación para la Salud en la formación inicial de profesores de Biología: diálogos divergentes, concepciones y prácticas. *Revista de Educación en Biología*, 19 (1), 73-82.
- [8] Dussel, I. (2020). La formación docente y los desafíos de la pandemia. *Revista científica EFI*. Del Carmen, L. (1996). *El análisis y secuenciación de los contenidos didácticos*. Institut de Ciències de l'Educació, Universitat Autònoma de Barcelona; Barcelona: Horsori. p. 207. *DGES*, 6 (10), 13-25.
- [9] Del Carmen, L. (1996). *El análisis y secuenciación de los contenidos didácticos*. Institut de Ciències de l'Educació, Universitat Autònoma de Barcelona; Barcelona: Horsori. p. 207.
- [10] Astudillo, C., Rivarosa, A., & Ortiz, F. (2011). Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10 (3), 567-586.
- [11] Arancibia Herrera, M., Soto Caro, C.P., & Casanova Seguel, R. (2017). Análisis de los segmentos de actuación docente en diez secuencias didácticas de profesores de historia usando tecnologías. *Diálogo Andino*, 53, 101-115.
- [12] Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal, S.A.
- [13] Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- [14] Talanquer, V. (2017). Tres elementos fundamentales en la formación de docentes de ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis (ted)* 41, 183-196.
- [15] Revel Chion, A., Adúriz Bravo, A., & Meinardi, E. (2013). El formato narrativo en la enseñanza de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Revista de Educación en Biología*, 16(1), 28-36.
- [16] Marchiori Buss, P. Capítulo 1: Una Introducción al Concepto de Promoción de Salud. En: Czeresnia, D. y Machado de Freitas, C. (comp.). (2008). *Promoción de la Salud : Conceptos, Reflexiones y Tendencias*. Buenos Aires: Lugar Editorial. pp. 19-46.
- [17] Meinardi, E. (2021). Educación en salud colectiva: un diálogo de saberes. *Revista de Educación en Biología*, 24(1), 4-15.
- [18] Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., Iannelli, L. M., & Gil, S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 212-226. Disponible en: http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.15
- [19] Litwin, E. (2016). *El oficio del docente y la evaluación*. En Litwin, E., *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. 1ª edición (pp. 165-194). Buenos Aires: Paidós.

- [20] Correia, V., & Puntano, A. (2020). ¿Qué escriben los/las estudiantes de formación docente cuando elaboran informes acerca de sus propias prácticas? *En Clave Didáctica, CEDE-LICH-UNSAM*, 1,43-60.
- [21] Martínez, C., & Martínez, V. (2012). El Conocimiento Escolar y las Hipótesis de Progresión: algunos fundamentos y desarrollos. *Revista Nodos y Nudos*, (32), 50-63.

La enseñanza de posgrado en entornos virtuales

Marisa Repetto^{1,2}, Virginia Basilio², Silvina Reimondez², Gabriela Berg^{2,3}

¹ Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, IBIMOL (UBA-CONICET) (Argentina)

mrepetto@ffyb.uba.ar

² Secretaría de Posgrado, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, (Argentina)

posgrado@ffyb.uba.ar

³ Departamento de Bioquímica Clínica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires (Argentina)

gberg@ffyb.uba.ar

Resumen. Este artículo pretende mostrar la actividad de posgrado durante la pandemia en el año 2020. Durante el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) cambió el paradigma de la educación y afectó también la enseñanza en el posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad de Buenos Aires, en particular a los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento. Durante ASPO algunos directores modificaron el dictado de sus cursos presenciales hacia la modalidad a distancia, adaptando los contenidos y actividades, materiales y horarios. La transición presencialidad-virtualidad permitió la participación de estudiantes de posgrado y docentes del interior del país y del exterior, generando un cambio en la enseñanza de posgrado que tiende a instalarse.

Palabras clave: Enseñanza de posgrado. Cursos de Actualización y Perfeccionamiento. Cursos a distancia. Posgrados en Farmacia y Bioquímica en 2020.

1. Introducción

Las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) transformaron las sociedades, impulsadas por el avance científico y alcanzando todos los ámbitos de la actividad humana, en el mundo del trabajo y en la educación [1]. La modalidad de educación a distancia facilita el acceso al conocimiento, y actualmente las TICs representan un instrumento necesario para la enseñanza. Esta modalidad de enseñanza se basa en la promoción de la construcción del conocimiento en el estudiante, impulsando el desarrollo de sus habilidades y procesos cognitivos [1]. Sin embargo, su implementación enfrenta una serie de problemas, centrados tanto en los estudiantes, como en los docentes. En cuanto a los estudiantes, cada uno de ellos aprende de un modo diferente, y es por ello que es necesario el diseño de herramientas pedagógicas, actividades y materiales de estudio orientados a la

comprensión de los contenidos. Se requiere generar conocimiento mediante la investigación en ciencias de la educación y didáctica de las ciencias, con el propósito de capacitar y actualizar a los docentes y a la comunidad educativa acerca del uso de TICs, compartiendo experiencias y mejorando la enseñanza [2].

La Universidad tiene el desafío actual de implementar la educación a distancia en las prácticas educativas de la enseñanza de grado y de posgrado. Parafraseando a la Magister en Didáctica Mariana Maggio “las aulas con alta disposición tecnológica son una oportunidad” [3] surgen preguntas que aún no son fáciles de responder: ¿Las TICs favorecen la enseñanza?, ¿Es necesario cambiar las prácticas docentes y el diseño curricular de los cursos?, ¿La transición de la modalidad presencial hacia la modalidad virtual es bien recibida por los estudiantes?

La planificación e implementación de propuestas de enseñanza de posgrado a distancia en el ámbito universitario requiere de la integración de las TICs con los contenidos curriculares. Para ello, es necesario primero el planteamiento de objetivos claros y luego se podrá adaptar la enseñanza al uso de la tecnología. Los objetivos propuestos por distintos educadores de América Latina pueden resumirse en cinco pasos que acompañan las propuestas didácticas orientadas hacia el aprendizaje de los contenidos. Esos propósitos educativos son: promover la equidad, la inclusión y el desarrollo personal y académico de los estudiantes, acceso a la información actualizada, y los pasos para lograrlos requiere desarrollar los objetivos de aprendizaje, diseñar actividades y estrategias de enseñanza, seleccionar estrategias de evaluación y herramientas tecnológicas adecuadas [4].

En este trabajo se presenta la respuesta y grado de compromiso de docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB) y de graduados ante la situación de pandemia y Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) adaptando la oferta de los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento (CAP) que se dictaron en el año 2020 a través de la Secretaría de Posgrado bajo la modalidad a distancia. Dichos cursos incluyeron actividades asincrónicas y sincrónicas a través de distintas plataformas virtuales.

2. Marco Institucional

La oferta de actividades de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires comprende: la Carrera de Doctorado, Maestrías, Carreras de Especialización, Residencias en Bioquímica Clínica y en Toxicología, más de 150 Cursos de Actualización y Perfeccionamiento (CAP) anuales y un Programa de Apoyo Académico para estudiantes de Posgrado en Ciencias de la Salud.

El objetivo de la Secretaría de Posgrado es contribuir a mejorar las capacidades de los graduados de la Facultad de Farmacia y Bioquímica en las actividades de investigación, docencia y del ejercicio profesional que permitan la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos para asistencia a la comunidad, la provisión de servicios, la industrialización y comercialización de productos bioquímicos y farmacéuticos. Para ello, cabe destacar que se producen actualizaciones permanentes de los currículos y se trabaja en coordinación con

instituciones profesionales y con sedes académicas de prestigio internacional, con las que existen convenios e intercambio de docentes.

Entre las funciones de la Secretaría de posgrado se encuentran la promoción del perfeccionamiento del desempeño profesional y académico de los graduados de la Facultad de Farmacia y Bioquímica a través de la oferta de actividades de Doctorado, Maestrías, Especializaciones, Residencias, pasantías en las Cátedras y Cursos de Actualización y Perfeccionamiento y la coordinación con otras Facultades de la Universidad de Buenos Aires y con otras Facultades o unidades académicas homólogas de otras Universidades nacionales o extranjeras, la organización, implementación y difusión de actividades de posgrado.

Para esta tarea se cuenta con la riqueza del plantel docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, sus integrantes aportan experiencias personales y profesionales, que promueven la integración de visiones disciplinares diversas, además de una oferta académica con contenidos actualizados, con nuevos recursos, con la utilización de nuevas tecnologías de información y comunicación y la educación a distancia para transmitir conocimientos.

2.1. Cursos de Actualización y Perfeccionamiento en el período pre-pandemia

Los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento (CAP) tienen por objeto actualizar los conocimientos en el dominio de un tema o área determinada dentro de un campo profesional y/o académico permitiendo a los graduados universitarios aumentar sus capacidades profesionales.

La Facultad de Farmacia y Bioquímica ofrece cursos comprendidos en las áreas de Farmacia y Bioquímica, tanto de carácter básico o académico, o profesional aplicado. Todos los cursos otorgan puntos para la carrera de doctorado. Los cursos se dictan el primer y/o segundo cuatrimestre de cada año. La inscripción es on-line a través de la página web y la modalidad del dictado de los cursos puede ser presencial, virtual o semipresencial o a distancia. Pueden ser de carácter teórico o teórico-práctico.

Los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento están a cargo de profesores de la Facultad e incorporan a especialistas externos que enriquecen, con su experiencia, la formación de los graduados. Los cursos se renuevan en un gran porcentaje anualmente y en el caso de los cursos de oferta reiterada los contenidos de las propuestas se actualizan periódicamente. Toda la oferta curricular es aprobada por el Consejo Directivo de la Facultad cada semestre. La misma involucra a los 10 Departamentos Docentes de la Facultad y cubre gran parte de las demandas profesionales con un alto nivel académico.

Durante el período 2014-2019 se dictaron 761 Cursos de Actualización y Perfeccionamiento, ofrecidos semestralmente a través de la Secretaría de Posgrado, manteniendo el promedio histórico de cursos ofrecidos, y un total de 6972 graduados se inscribieron y realizaron los cursos. El número de cursos que incluyen la modalidad virtual o a distancia ha incrementado en forma progresiva y gradual desde el año 2014, se han dictado en este período un total de 66 cursos virtuales (9,8 % de

la cantidad total de cursos en el período). El 5% de los cursos se dictaron en forma mixta, combinando actividades presenciales y virtuales (Tabla 1).

Tabla 1. Número de estudiantes inscriptos y de cursos dictados en los años 2014 a 2019, presenciales, virtuales y mixtos.

Asignatura	Año					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Número de inscriptos	931	950	935	845	2241	1070
Cantidad de cursos (totales)	115	132	126	131	133	120
Cantidad de cursos presenciales	105	120	114	118	122	75
Cantidad de cursos virtuales	10	12	12	9	11	12
Cantidad de cursos mixtos	0	0	0	4	0	33

La modalidad virtual ha ganado espacio paulatinamente dentro de los CAP, en virtud de lo que significa en el marco de la educación de posgrado [1]. Si bien por las características de los cursos de Farmacia y Bioquímica, la necesidad de un espacio presencial para el desarrollo de actividades prácticas es insustituible en muchos casos [2].

2.2. Cursos de Actualización y Perfeccionamiento en el período de pandemia (año 2020): Objetivos

El objetivo de este trabajo es analizar si la propuesta de CAP de la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires en la modalidad virtual significó un incremento relativo en la cantidad de graduados/as inscriptos durante el período de ASPO en el año 2020 .

2.3. Desarrollo y Metodología

Se realizó un relevamiento del número total de cursos presenciales dictados durante el año 2019 y que cambiaron a la modalidad de dictado a distancia durante el año 2020 y la cantidad de graduados/as inscriptos (2019 y 2020). Se calculó también la cantidad relativa de graduados/as inscriptos a los cursos en relación a la cantidad de cursos totales dictados en 2019 y en 2020 y el porcentaje de cursos virtuales y mixtos dictados en el período anterior. Para el desarrollo de los cursos se utilizó la plataforma Moodle del campus virtual de la facultad, Google drive y Google Classroom para las clases asincrónicas, y las plataformas Google Meet, Microsoft Team y Zoom para las clases sincrónicas.

El número de graduados inscriptos a los cursos se relevó a partir del Sistema de gestión académica (SIU Guaraní), la plataforma a través de la cual los estudiantes pueden realizar la inscripción a materias, cursos, carreras y exámenes tanto de grado como de posgrado. Este sistema también permite a los estudiantes y docentes consultar la historia académica y en el caso de los docentes, registrar la asistencia y las calificaciones, cerrar actas y emitir certificados.

3. Resultados

Durante ASPO algunos directores modificaron el dictado de sus cursos presenciales hacia la modalidad a distancia, adaptando los contenidos y actividades, materiales y horarios. Si bien el número total de cursos ofrecidos disminuyó respecto a años anteriores, porque en muchos casos la realización de los prácticos requiere presencialidad y trabajo de laboratorio, esta propuesta fue muy bien recibida por los graduados/as universitarios. La cantidad de aspirantes que cursaron en el 2020 aumentó en forma relativa un 248% respecto al número de cursos del año anterior.

El principal objetivo de los cursos ofrecidos por la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica es la actualización de los graduados de las ciencias de la salud en temas de interés y la transferencia de conocimiento por parte de especialistas en la temática. Muchos de los cursos además de contenidos y aspectos teóricos abordan el uso de la tecnología y de metodologías de aplicación en el laboratorio. Para el desarrollo de los cursos se utilizó la plataforma Moodle del campus virtual de la facultad, Google drive y Google Classroom para las clases asincrónicas, y las plataformas Google Meet, Microsoft Team y Zoom para las clases sincrónicas.

Se realizó un relevamiento del número total de cursos presenciales dictados durante el año 2019 y que cambiaron a la modalidad de dictado a distancia durante el año 2020 y la cantidad de graduados/as inscriptos (2019 y 2020). Se calculó también la cantidad relativa de graduados/as inscriptos a los cursos en relación a la cantidad de cursos totales dictados en 2019 y en 2020 y el porcentaje de cursos virtuales y mixtos dictados en el período anterior (Fig. 1).

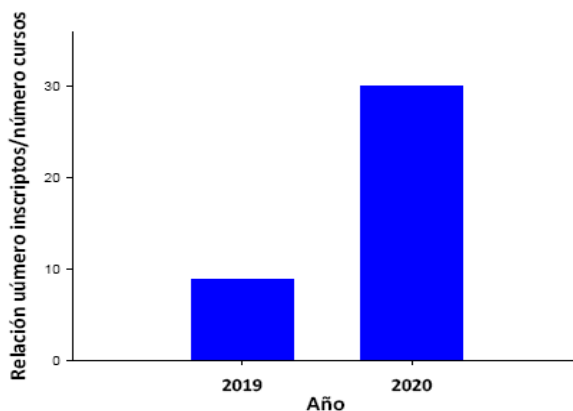


Fig. 1. Cantidad relativa de inscriptos a los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento de la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires en los años 2019 (pre-pandemia) y 2020 (pandemia).

Históricamente los cursos virtuales representan un promedio del 9-10% del total de los cursos ofrecidos durante el período 2013-2019 (125 ± 3). Durante el año 2019 se dictaron un total de 120 cursos y se inscribieron a los mismos un total de 1070 graduados/as. Si bien el número total de cursos virtuales en 2020 fue de 48, el número total de inscriptos fue de 1485, un incremento relativo mayor a 3 veces si se tiene en cuenta la cantidad de cursos dictados (248%), representado en la Fig. 1.

De los 48 cursos dictados en 2020, 26 (54%) son nuevos, y 22 (46%) ya se habían dictado hasta el año 2019 como presenciales. Estos últimos fueron adaptados a la modalidad virtual y un 50% incluyeron también clases teóricas sincrónicas (consideradas como presenciales) (Tabla 2).

Tabla 2. Número de estudiantes inscriptos y de cursos dictados en los años 2019 y 2020, presenciales, virtuales y mixtos.

Asignatura	Año	
	2019	2020
Número de inscriptos	1070	1485
Cantidad de cursos	120	48
Cantidad de cursos presenciales	75	0
Cantidad de cursos virtuales	12	25
Cantidad de cursos mixtos	33	23

El número de graduados/as inscriptos incrementó en el 68% de los cursos que cambiaron a la modalidad virtual en 2020, y en algunos de ellos el incremento fue mayor al 100%, teniendo que repetir 2 y hasta 3 veces su dictado.

4. Discusión de los resultados

La posibilidad de formación de posgrado a distancia ofrecida por la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica durante el ASPO significó un incremento en la inscripción de graduados/as que optaron por las propuestas de directores y docentes que con esfuerzo, experticia y responsabilidad se adaptaron a la modalidad virtual y/o a distancia brindando excelencia académica en la enseñanza de los contenidos y actividades diseñadas. El uso de múltiples espacios y diversas propuestas pedagógicas planteó un desafío al que los docentes de la institución respondieron con creatividad y experticia, en gran medida por la trayectoria de formación académica en la temática que presentan los docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica. El uso de TICs en el marco de los CAP dirigidos a profesionales promovió una interpelación al plantel de docentes, que se apropiaron de la tecnología aprovechando la oportunidad para pensar nuevas propuestas [3,4].

Si bien el número total de cursos ofrecidos disminuyó respecto a años anteriores, porque en muchos casos la realización de los prácticos requiere presencialidad y trabajo de laboratorio, esta propuesta fue muy bien recibida por los/las graduados/as universitarios.

Es de destacar el esfuerzo de los directores y de los docentes de los Cursos de Actualización y Perfeccionamiento en adaptar el dictado de los cursos y el trabajo colaborativo entre los equipos docentes, los coordinadores y directores, personal

administrativo y la gestión para que los graduados pudieran acceder a los cursos que ofrece la facultad. Una fortaleza con la que contó la Secretaría de Posgrado para el éxito de la modalidad virtual, fue tener implementado el uso del sistema SIU-Guaraní con anterioridad a la pandemia, lo que permitió la inscripción de estudiantes desde lugares remotos del país e inclusive del exterior, brindando también a los docentes la posibilidad de gestionar sus cursos.

5. Conclusiones

La posibilidad de formación de posgrado a distancia ofrecida por la Secretaría de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica durante el ASPO significó un incremento en la inscripción de graduados/as que optaron por las propuestas de directores y docentes que con esfuerzo, experticia y responsabilidad se adaptaron a la modalidad virtual y/o a distancia brindando excelencia académica en la enseñanza de los contenidos y actividades diseñadas. De acuerdo a la experiencia durante el año 2020, la virtualidad se ha instalado en la enseñanza de posgrado y abre un nuevo paradigma a tener en cuenta de aquí en adelante.

6. Referencias

- [1] M.M. LLairó y P. Palacio, La educación a distancia en el ámbito de la educación superior. Las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC's). Buenos Aires (Argentina): Ediciones Croquis, 2008.
- [2] M.G. Lorenzo y A. Farré, «La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal: Un debate para la formación ciudadana,» *Aesthetika, International Journal on Subjectivity, Politics and the Arts*, vol. 12, p. 35-42, 2016.
- [3] M. Maggio, Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Buenos Aires (Argentina): Ediciones Paidós, 2012.
- [4] M. Manso, P. Pérez, M. Libedinsky, D. Light y M. Garzón, La gestión de las TIC en las escuelas, en: Las TIC en las aulas. Experiencias latinoamericanas, Buenos Aires (Argentina): Ediciones Paidós, 2011.

Tendencias de investigaciones educativas entre 2016 - 2021 realizadas en la escuela secundaria sobre el tópico Ecosistemas

Lucy Margoth Ortiz¹; Henry Giovany Cabrera²

(1) y (2) Universidad del Valle, Facultad de Educación y Pedagogía, Escuela de Educación en Ciencias, Tecnologías y Culturas, Colombia.

lucy.ortiz@correounivalle.edu.co; henry.g.cabrera.c@correounivalle.edu.co

Resumen. Este artículo presenta una revisión bibliográfica de los procedimientos y estrategias que utilizan o proponen 25 investigaciones educativas publicadas en tres de las principales bases de datos electrónicas como Scopus, Web of Science, Dialnet y ScienceDirect entre el 2016 al 2021 sobre el tópico Ecosistemas. Con el objetivo de identificar sus principales tendencias de investigación y tomar una postura frente a los trabajos realizados y las proyecciones investigativas propuestas para considerarlas dentro del desarrollo de las futuras investigaciones. Para la selección de las investigaciones se consideraron cuatro criterios (tópico, tipo de artículo, nivel educativo y año de publicación). Posteriormente, bajo una metodología cualitativa e interpretativa se analizaron y codificaron las investigaciones seleccionadas y se obtuvo como resultados que las investigaciones están enfocadas principalmente en la enseñanza del tópico, trabajan un grupo taxonómico o ecosistema en particular, utilizan diversos recursos tecnológicos o naturales, consideran que el tópico deber ser estudiado como un sistema complejo donde deben intervenir los conocimientos de diversas áreas, recalcan la importancia de tanto las concepciones de los maestros como de los estudiantes y finalmente, se delimitan al estudio de un concepto en particular. Como conclusión se destaca la importancia del análisis de las investigaciones de la revisión bibliográfica, puesto que se logran identificar una serie de dificultades de aprendizaje sobre el tópico, metodologías de enseñanza y una serie de recomendaciones que contribuyen a la creación de propuestas de intervención didácticas y delinear nuevas investigaciones.

Palabras clave: Ecosistemas. Revisión bibliográfica. Tendencias investigativas. Educación secundaria.

1. Introducción

La actual crisis ambiental planetaria ha generado una necesidad de alfabetizar ecológicamente a la sociedad para lograr contribuir con la sostenibilidad ambiental. Lo anterior, es un tema que ha retomado importancia en las escuelas, puesto que resulta clave que los estudiantes comprendan cómo funcionan y se organizan los ecosistemas además de concientizarse sobre las relaciones e interacciones entre los humanos y otros

seres y con ello logren tomar posturas y emprender acciones que contribuyan a la solución de diferentes problemas ambientales. Por lo anterior, se consideran los ecosistemas como un eje central de la educación en ciencias que les permita interpretar diversas situaciones de la cotidianidad y tomar decisiones ambientales responsables [1]. En consecuencia, encontramos durante todo el ciclo de formación escolar el tópico ecosistemas presente en los planes de estudio que se van desarrollando desde lo más simple y por lo general observable hasta conceptos más complejos y abstractos como el flujo de energía, por lo que resulta importante que los estudiantes tengan claro los componentes de los ecosistemas para comprender su funcionamiento [2]. El no tener claro este tipo de ideas ha generado en los estudiantes diferentes dificultades de aprendizaje que frecuentemente están relacionadas con que el tópico debe ser estudiado como un sistema complejo, en el cual deben estar presentes conocimientos de diversas áreas [3].

Además, la complejidad del concepto implica que los estudiantes tengan claridad en conceptos como fotosíntesis, respiración, descomposición, energía puesto que dificultades en el aprendizaje de los conceptos mencionados incidirán en la comprensión de los ecosistemas [4]. Otros aspectos que implican dificultades en el aprendizaje del tópico están relacionados con una baja comprensión de los conceptos abstractos; entender las interacciones ecológicas como lineales y simples y no integrar a estas las relaciones entre los factores bióticos y abióticos; finalmente, problemas de lectura e interpretación de las diferentes representaciones gráficas que se utilizan para la representación de los ecosistemas [5] y [6].

Por otro lado, se han desarrollado diversas investigaciones educativas las cuales proponen variadas alternativas de enseñanza y aprendizaje sobre el tópico [7]. Se espera que dichas investigaciones les permitan a los estudiantes concebir cómo establecer de manera sostenible relaciones entre los ecosistemas y la sociedad. Dicha información se obtiene mediante una revisión bibliográfica (que enriquece la investigación doctoral que se está desarrollando) que permite reconocer el estado del arte del tópico ecosistemas en educación secundaria y tomar elementos claves de este para incorporar en las futuras investigaciones, así como identificar campos en los cuales es necesario profundizar sus estudios [8]. Por lo cual el objetivo de esta investigación es realizar una revisión bibliográfica para identificar las tendencias de las investigaciones educativas sobre Ecosistemas durante un lapso comprendido entre el 2016 al 2021.

Finalmente, el presente artículo lo estructuran cuatro apartados que se describen a continuación. En el apartado 1, se desarrolla la sustentación del problema a investigar. En el apartado 2, se encuentran los aspectos metodológicos, donde se decidió el tipo de metodología a utilizar, la recolección de datos y el análisis de los mismos. Los resultados del estudio se presentan en el apartado 3, los cuales son cinco tendencias investigativas, estas son, estudio de un grupo taxonómico o de un ecosistema en particular; uso de recursos tecnológicos y/o naturales; estudio como sistema complejo o desde múltiples disciplinas; conocimiento del estudiante y del profesor; estudio de conceptos específicos de los ecosistemas. Por último, en el apartado 4 se encuentran las conclusiones a las que se llegaron después de todo el desarrollo de la investigación.

2. Metodología

En coherencia con el problema y los objetivos de investigación se considera pertinente utilizar una metodología de enfoque cualitativo de tipo interpretativo, puesto que permite conocer a profundidad los datos recogidos de la revisión bibliográfica realizada [9]. Dicha revisión permitió la identificación de las tendencias investigativas realizadas en las escuelas sobre el tópico ecosistemas. La revisión contribuyó a la organización y sistematización de la información posibilitando seleccionar y evaluar de manera crítica la información y sintetizarla para poder responder a las preguntas investigativas [10].

El diseño metodológico (ver figura 1) se estructuró en cuatro fases, donde se llevó a cabo la búsqueda, selección y análisis de documentos; la codificación y teorización de las tendencias encontradas.



Fuente: Elaboración propia

Fig. 1. Diseño metodológico de la revisión bibliográfica

1. Búsqueda y selección de documentos

La primera fase se llevó a cabo con la información disponible sobre el aprendizaje, enseñanza y evaluación de los ecosistemas en educación secundaria, ubicada desde las bases de datos electrónicas Scopus, Web of Science, Dialnet y ScienceDirect, la selección de estas tuvo en cuenta la relevancia de las mismas y su impacto mundial, puesto que son consideradas como unas de las más grandes, además, proporcionan herramientas de análisis sobre la calidad de revistas, la cantidad de citas que presenta el artículo, información de los autores, entre otras características que garantizan una selección de artículos sobresalientes. La búsqueda se realizó utilizando descriptores como “Ecosystems, Education, Learning y Teaching” y operadores booleanos como “or, and”.

2. Ordenamiento conceptual

En esta etapa se realiza el ordenamiento de los datos teniendo en cuenta sus propiedades, características y elementos en común. En el primer momento se reducen los datos, con lo cual del momento de la búsqueda al realizar la exclusión se consideraron 25 documentos, los cuales cumplían con los siguientes filtros: artículos de investigación, población básica secundaria y año de publicación (entre 2016 y 2021). En un segundo momento, se realiza una lectura general de los documentos para su análisis y la asignación de etiquetas.

3. Codificación

En esta etapa se analizan, fragmentan, conceptualizan e integran los datos para poder producir una teoría con ellos [11], en este caso poder identificar las categorías y construir las tendencias investigativas sobre el tópico ecosistemas. Para lo anterior, las investigaciones seleccionadas fueron descompuestas en pequeñas unidades de análisis, las cuales se fueron reagrupando según las características en común y frecuencia en categorías y con ello se realiza un desarrollo teórico. Las categorías consideraban el objetivo, el enfoque educativo (enseñanza o aprendizaje), la metodología utilizada y los resultados de la investigación.

4. Teorización

Este es el momento final de la metodología, en el que se refina la teoría describiendo en profundidad las categorías creadas y convirtiéndolas en las tendencias investigativas, que surgen de la codificación, categorización y análisis de los datos. Aquí se evidencian las cinco tendencias como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de tendencias de investigación sobre Ecosistemas.

Categorías	Descripción	Cantidad Artículos
Estudio de un grupo taxonómico o de un ecosistema en particular	La selección de bosques, ríos o especies como peces o microorganismo que comprometen el interés y curiosidad de los estudiantes.	8
Uso de recursos tecnológicos y/o naturales	Uso de videojuegos, hojas de cálculo, simulaciones, fotografías, modelos o construcción de pequeños ecosistemas dentro del aula.	6
Estudio como sistema complejo o desde múltiples disciplinas	Considerar que las relaciones dentro de los ecosistemas no son lineales y que el estudio de estos implica su estudio desde la integración de diferentes áreas de conocimiento.	3
Conocimiento del estudiante y del profesor	Ideas de estudiantes y profesores acerca de ecosistemas que inciden en el proceso de enseñanza y aprendizaje del tópico.	4
Estudio de conceptos específicos de los ecosistemas	Investigaciones que demarcan el estudio de Ecosistemas a conceptos específicos como ciclo de materia, flujo de energía o cadenas tróficas limitando la comprensión global de los mismos.	4

3. Resultados

Como resultado del análisis, codificación de datos y la creación de categorías considerando la integración de los rasgos comunes de las investigaciones acerca de los procedimientos y estrategias que utilizan o proponen para trabajar ecosistemas en la escuela secundaria, se lograron establecer 5 tendencias.

1. *Estudio de un grupo taxonómico o de un ecosistema en particular*

El conjunto de investigaciones que conforman esta tendencia tiene como objetivo el estudio de los ecosistemas a partir de un grupo taxonómico o de un ecosistema en particular. Puntualmente, las que se enfocan al estudio de un grupo taxonómico particular, se enfocan en especies que están en peligro de extinción, destacadas dentro de la biodiversidad local u otras que son poco conocidas para los estudiantes y no logran evidenciar la función de estas en el ecosistema pero que resultan importante para el funcionamiento del mismo (bacterias, hongos y algas) [12], [13], [14].

Por otro lado, las investigaciones que hacen alusión al estudio de un ecosistema específico seleccionan para ello entornos locales y cercanos a los estudiantes para lograr generar mayor interés, compromiso y participación. Además, el estudio de estos ecosistemas permite la reflexión y análisis de como algunas de las actividades diarias de los estudiantes y sus familias pueden incidir de manera negativa en el funcionamiento del mismo [15], [16], [17], [18], [19].

2. *Uso de recursos tecnológicos y/o naturales*

Esta tendencia tiene investigaciones donde acuden al uso de recursos tecnológicos y/o naturales para el estudio de los ecosistemas. Las que hacen uso de recursos tecnológicos acuden a herramientas (videojuegos, fotografías, simuladores, hojas de cálculo) que resulten atractivas para los estudiantes y con ello captar su atención e interés. Las investigaciones se caracterizan por el uso de metodologías participativas en su ejecución y eso genera en los estudiantes un mayor dominio de los conceptos estudiados y el estar activos les permite comunicar sus ideas. Referente a las investigaciones que hacen uso de recursos naturales, se observa el uso de estrategias como salidas de campo o la construcción de un pequeño ecosistema en el salón de clases, con ello pretenden que se identifiquen particularmente todos los organismos pertenecientes a los diferentes niveles tróficos, las relaciones que se establecen, sus funciones y la afectación del ecosistema si una de las especies desaparece o falta un factor abiótico [20], [21], [22], [23], [24], [5].

3. *Estudio como sistema complejo o desde múltiples disciplinas*

Esta tendencia se conforma con investigaciones que proponen que el estudio de los ecosistemas debe realizarse desde el conocimiento de diferentes áreas de estudio o como un sistema complejo. Puesto que, el tópico ecosistema recoge una relación de diferentes conceptos y por ello requiere un estudio interdisciplinar para lograr una mayor comprensión de este, ya que la comprensión de los ecosistemas desde un

pensamiento lineal genera en los estudiantes diferentes dificultades de aprendizaje [25], [26], [27].

4. *Conocimiento del estudiante y del profesor*

En esta tendencia se encuentran investigaciones que consideran que el conocimiento de los estudiantes y de los profesores resultan clave para el aprendizaje de los ecosistemas, puesto que sus ideas incidirán en el proceso de enseñanza –aprendizaje. El conocimiento previo de los estudiantes está presente en las explicaciones e ideas que vaya construyendo sobre el tópico, lo que podría generar una serie de dificultades en su proceso de aprendizaje. Por otro lado, el conocimiento que el profesor tenga sobre ecosistemas y su forma de enseñar influye en el aprendizaje de los estudiantes [4], [28], [29], [30].

5. *Estudio de conceptos específicos de los ecosistemas*

Esta última categoría engloba investigaciones que como objeto de estudio se delimitan a conceptos específicos relacionados con ecosistemas, tales como flujo de energía, ciclo de materia y cadenas tróficas. Los autores de estos trabajos mencionan que es importante poder estudiar por separado conceptos tan complejos como los mencionados, ya que una buena comprensión de ellos permitirá entender el funcionamiento de los ecosistemas. Igualmente, presentan una serie de dificultades de aprendizaje de estos conceptos, que enmarcan como complejos y por lo tanto resulta clave el desarrollo autónomo de investigaciones [31], [32], [33], [34].

Conclusiones

Finalmente, la revisión bibliográfica realizada en este artículo revela un panorama del estado del arte de ecosistemas en la educación en ciencias, lo que permite la determinación de aspectos claves (resultados, metodologías, aportes) a considerar en futuras investigaciones, como la que se enmarca este artículo. Por otro lado, la identificación de tendencias permitió reconocer que hay un alto número de investigaciones centradas en la enseñanza de los ecosistemas, también dos generalidades como el desarrollo de estas investigaciones por una necesidad actual de estudio y delimitar su estudio a ecosistemas particulares y lograr trasladar la comprensión de estos a otros ecosistemas. Habría que decir también, que se destaca la importancia de incluir el contexto de los estudiantes para con ello cautivar su interés.

Así pues, la identificación de las 5 tendencias encontradas contribuye a elaborar una idea general y minucioso con respecto al proceso de enseñanza- aprendizaje de los ecosistemas, de lo cual se puede concluir que:

1. Es necesario destacar que el estudio de un ecosistema en particular le permite a los estudiantes una comprensión del funcionamiento del mismo y posteriormente y lograr trasladarla a otros ecosistemas, tomando como base que delimitarse al contexto de los estudiantes desarrolla su interés. También, el estudio de especies específicas faculta a los estudiantes reconocer el papel

clave de cada una de ellas en el funcionamiento de los ecosistemas y con ello lograr contribuir a la conservación de las mismas y al reconocimiento de la importancia de la diversidad, promoviendo el estudio de especies menos conocidas.

2. La utilización de recursos naturales le posibilita a los estudiantes aprender de manera directa sobre las especies que los constituyen, considerar los factores abióticos necesarios para su funcionamiento, evidenciar las relaciones e interacciones bióticas, ofreciendo una experiencia práctica al estudiante. Lo anterior, también se puede lograr con el uso de recursos tecnológicos como las simulaciones y las hojas de cálculo que le proporciona a los estudiantes la oportunidad de realizar predicciones con cambios en diferentes variables. La cercanía que los estudiantes tendrían al estudio del ecosistema generaría en ellos una mayor motivación y asombro.
3. El estudio de los ecosistemas como sistema complejo o desde múltiples disciplinas resultan útiles para facilitar la comprensión de los estudiantes sobre las dimensiones políticas y científicas de diferentes problemas ambientales, que no solo afectan a los hombres, sino que alteran la vida de diversas especies. Por lo cual, es necesario que los estudiantes logren la construcción de una comprensión compleja de los mismo para que analicen y tomen posturas sobre las decisiones gubernamentales y personales en la afectación del ambiente, por ende, desarrollar varias dimensiones de pensamiento promueve un entendimiento profundo del tópico y les lleva a proyectar acciones asociadas con los objetivos de desarrollo sostenible.
4. La importancia que retoma el tópico ecosistemas para la biología, obliga a conocer las ideas de los estudiantes sobre el mismo para así identificar si se presentan dificultades comunes de aprendizaje o por el contrario se pueden potenciar sus ideas, para la construcción de un modelo propio que les permita interpretar diferentes situaciones y tomar decisiones ambientales responsables. Por otro lado, es fundamental reflexionar y analizar el conocimiento del profesor sobre los ecosistemas puesto que este influye de manera directa en las metodologías de enseñanza y en la promoción del aprendizaje para los estudiantes. Las investigaciones y avances en la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas pierden importancia si los profesores responsables del aprendizaje no entienden el concepto.
5. La enseñanza de conceptos claves como ciclos de materia o redes tróficas resulta calve en la comprensión de ecosistemas al ser un tópico complejo. Por ello es fundamental dedicar el tiempo necesario para que los estudiantes entiendan estos conceptos, lograr identificar sus ideas preexistentes y diseñar estrategias de enseñanza que resulten apropiadas para que los estudiantes logren tejer las relaciones entre todos ellos y así alcanzar una comprensión global de los mismos.

Por último, se identificaron pocas publicaciones de artículos de investigaciones colombianas en educación secundaria, lo cual se considera con un campo fundamental para ser explorado e indagado con el propósito de desarrollar estudios que permitan elaborar propuestas de intervención didáctica que contribuya en la superación de algunas de las dificultades que se presentan en la educación secundaria.

4. Referencias

- [1] S. Barker and D. Slingsby, "From nature table to niche: curriculum progression in ecological concepts" *International Journal of Science Education*, vol. 20, no. 4, pp. 479-486, 1998.
- [2] G. M. José and M. M. Begoña, "Problemática en la enseñanza/aprendizaje de la ecología," *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, no. 14, pp. 67-70, 1992.
- [3] E. Pearce, M. Stewart, U. Malkoc, R. Ivy and M. Weinburgh, "Utilizing a Dynamic Model of Food Chains to Enhance English Learners' Science Knowledge and Language Construction," *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 18, no. 5, pp. 887-901, 2020.
- [4] I. García-Rodeja Gayoso, E. Silva García and V. Sesto Varela, "Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas." *Enseñanza de las ciencias*, vol. 38, no. 1, pp. 67-85, 2020.
- [5] C. Eberbach, C. Hmelo-Silver, R. Jordan, J. Taylor and R. Hunter, "Multidimensional trajectories for understanding ecosystems." *Science Education*, vol. 10, no. 3, pp. 521-540, 2021.
- [6] O. Magntorn and G. Helldén, "Reading new environments: students' ability to generalise their understanding between different ecosystems.," *International Journal of Science Education*, vol. 29, no. 1, pp. 67-100, 2007.
- [7] O. Adeniyi, "Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students," *Journal of Biological Education*, vol. 19, no. 4, pp. 311-316, 1985.
- [8] C. Lluís, "Revisiones bibliográficas sistematizadas: procedimientos generales y Framework para ciencias humanas y sociales," Barcelona, 2018.
- [9] M. Caro, R. A. C. Calero, E. Fernández-Medina and M. Piattini, "Análisis y revisión de la literatura en el contexto de proyectos de fin de carrera: Una propuesta.," *Revista Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación*, vol. 6, no. 1, 2005.
- [10] A. Salvador, G. Marco and R. Arquero, "Las revisiones sitemáticas en Biblioteconomía y Documentación: análisis y evaluación del proceso de búsqueda.," *Revista Española de la Documentación Científica.*, vol. 41, no. 2, pp. 1-19, 2018.

- [11] A. Strauss and J. Corbin, Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Traducida por Eva Zimmerman, Medellín: Editorial Universidad de Antioquia., 2002.
- [12] J. Oliveira, M. da Silva and A. Borges, "Fauna and conservation in the context of formal education: a study of urban and rural students in the semi-arid region of Brazil," *J Ethnobiology Ethnomedicine*, vol. 16, no. 1, pp. 1-15, 2020.
- [13] C. Mehl, H. Jin and K. Llort, "Student Decision Making in a Scenario-Based Investigation of an Ecosystem.," *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 16, no. 1, 2020.
- [14] A. Faist, A. Antoninka, N. Barger, M. Bowker, C. V. C. Havrilla and B. Weber, "Broader Impacts for Ecologists: Biological Soil Crust as a Model System for Education," *Frontiers in Microbiology*, vol. 11, p. 3284, 2021.
- [15] F. Ribeiro, d. O. L and A. Di Benedetto, "The perceptions of high school students on the habitat of the crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763)(Crustacea: Decapoda: Ucididae) in northern Rio de Janeiro State, southeastern Brazil.," *Journal of Threatened Taxa*, vol. 12, no. 9, pp. 16043-16047, 2020.
- [16] R. Ladrera, P. Rodríguez-Lozano, I. Verkaik, N. Prat and J. Díez, "What do students know about rivers and their management?," *Analysis by educational stages and territories. Sustainability*, vol. 12, no. 20, p. 8719, 2020.
- [17] S. Bestelmeyer, E. Grace, S. Haan-Amato, R. Pemberton and K. Havstad, "Broadening the impact of K–12 science education collaborations in a shifting education landscape," *BioScience*, vol. 68, no. 9, pp. 706-714, 2018.
- [18] M. Poppe, K. Böck, A. Zitek, S. Scheickl, A. Loach and S. Muhar, "Was? Wie? Warum? Jugendliche erforschen Flusslandschaften–Förderung des Systemverständnisses als Basis für gelebte Partizipation im Flussgebietsmanagement," *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, vol. 68, no. 7, pp. 342-353, 2016.
- [19] D. Escorcia, R. Calonge and J. Romero, "El Entorno Natural como espacio de aprendizaje y estrategia pedagógica en la escuela rural. Fortalecimiento de las competencias de las ciencias naturales y educación ambiental en estudiantes del grado 9° en el municipio de la Unión–Sucre Colombia," *Revista de Estilos de Aprendizaje*, vol. 13, no. 25, pp. 29-41, 2020.
- [20] A. van Limpt-Broers, M. Postma and L. M. , "Creating ambassadors of planet earth: the overview effect in K12 education," *Frontiers in Psychology*, vol. 11, p. 2548, 2020.
- [21] C. Jasti, H. Lauren, C. Wallon and B. Hug, "The Bio Bay Game: Three-Dimensional Learning of Biomagnification," *The American biology teacher*, vol. 78, no. 9, pp. 748-754, 2016.
- [22] D. Quigley, C. McNamara, J. Ostwald and T. Sumner, "Using learning analytics to Understand scientific Modeling in the classroom," *Frontiers in ICT*, vol. 4, p. 24, 2017.

- [23] Y. Adisendjaja, M. Abdi, A. Amprasto and I. Fardhani, "The Influence of Field Trip on Junior High School Students' Naturalistic Intelligence and Problem-Solving Skill in Ecosystem Subject," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 8, no. 3, pp. 339-346, 2019.
- [24] A. Emery, A. Gephart, M. Wilkinson, A. Besterman and L. Pace, "Exploring Trophic Cascades in Lake Food Webs with a Spreadsheet Model," *In Learner-Centered Teaching Activities for Environmental and Sustainability Studies*, pp. 111-115, 2016.
- [25] S. McGee, A. Durik, J. Zimmerman, R. McGee-Tekula and J. Duck, "Engaging Middle School Students in Authentic Scientific Practices Can Enhance Their Understanding of Ecosystem Response to Hurricane Disturbance," *Forests*, vol. 9, no. 10, p. 658, 2018.
- [26] M. Garcia-Piqueras and M. Sotos-Serrano, "Regeneración forestal tras un incendio: complejidad y protocolos en una aproximación STEM transversal," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 18, no. 1, p. 1201, 2021.
- [27] D.-C. J, "Construyendo un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEAM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 17, no. 3, p. 3202, 2020.
- [28] T. Hoppe, A. Renkl, T. Seidel, S. Rettig and W. Riess, "Exploring How Teachers Diagnose Student Conceptions about the Cycle of Matter," *Sustainability*, vol. 12, no. 10, p. 4184, 2020.
- [29] Y. Wyner and E. Blatt, "Connecting ecology to daily life: how students and teachers relate food webs to the food they eat," *Journal of Biological Education*, vol. 53, no. 2, pp. 128-149, 2019.
- [30] K. Düsing, R. Asshoff and M. Hammann, "Students' conceptions of the carbon cycle: identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organisation," *Journal of Biological Education*, vol. 53, no. 1, pp. 110-125, 2019.
- [31] C. Serrato and R. Gonzalez, "Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico," *Boletín Redipe*, vol. 10, no. 1, pp. 272-289, 2021.
- [32] J. Benhadi-Marín, J. Pereira, J. Sousa and S. Santos, "EcoPred: an educational individual based model to explain biological control, a case study within an arable land," *Journal of Biological Education*, vol. 54, no. 3, pp. 271-286, 2020.
- [33] M. Silva and A. Maskiewicz, "Understanding causal relationships in food webs using "Data-Rich Problem" Tasks," *The American Biology Teacher*, vol. 78, no. 8, pp. 635-641, 2016.
- [34] M. Jaén, P. Esteve and I. Baños González, "Problemáticas ambientales en las que confluyen ciclos biogeoquímicos: propuesta para la educación secundaria," *Ápice. Revista de Educación Científica*, vol. 2, no. 1, pp. 30-39, 2018.

El vídeo como recurso formativo en futuros profesores de matemática

José Campos¹, Carolina Vivera¹, Nadia Nuñez¹, Florencia Brummer¹

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)

josecampos10386@gmail.com; cvivera@gmail.com; nadu.nunez@gmail.com; florenciabrummer@hotmail.com

Resumen. La pandemia del COVID-19 impuso otro ritmo para la humanidad. En este nuevo orden la escuela ha estado tratando de resignificarse a sí misma y, en tal contexto, las prácticas de enseñanza ampliaron el uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles de la educación. En este artículo se presenta una experiencia formativa desarrollada por dos estudiantes de un profesorado de matemática durante la pandemia, resignificando el uso de video con fines educativos. Se muestran y analizan los resultados del análisis que realizaron a partir del uso de un video elaborado por una futura profesora de matemática empleado para simular una presentación ante sus pares en una instancia de simulacro de clase. Esta experiencia se recupera en dos instancias: desde el análisis realizado y a partir de sus reflexiones sobre lo trabajado, evidenciando como cada una de ellas contribuyó a la reflexión sobre la enseñanza.

Palabras clave: COVID-19. Formación docente inicial. Enseñanza de la matemática. Vídeo.

1. Introducción

La pandemia Covid-19 trajo importantes cambios en la práctica docente debido a la necesidad de adoptar el distanciamiento social como principal medio de prevención de la enfermedad (Souza, 2020) [1], tensionando las prácticas de enseñanza. Si bien desafiante, en el contexto educativo, este período puede verse como prometedor, permitiendo resignificar el uso de tecnologías digitales en las prácticas de enseñanza, en todos los niveles de educación. Esta resignificación implicó, entre otros aspectos, miradas críticas relacionadas a procesos de contextualización y sus vínculos con intencionalidades didácticas. Castañedo y Romero (2007) (citado en Pedrosa, M., Astiz, M., Vivera, C. (2020) [2]) refiere respecto a esta temática cuando sostienen que los

medios a emplear no se deben percibir simplemente como elementos técnicos, por el contrario, son elementos didácticos y de comunicación. El aprendizaje no se encuentra en función del medio, sino fundamentalmente sobre la base de las estrategias y técnicas didácticas que apliquemos sobre él.

La formación inicial de profesores, en este contexto de pandemia, también fue interpelada en términos de su desarrollo y, en particular, durante el período de la residencia de los futuros profesores. En este trabajo recuperamos una experiencia formativa de dos estudiantes de un profesorado de matemática sobre el análisis que realizaron a partir del uso de un video elaborado por una futura profesora de matemática y empleado para simular una presentación ante sus pares en una instancia de simulacro de clase. Esta experiencia se recupera en dos instancias: desde el análisis realizado y a partir de sus reflexiones sobre lo trabajado.

2. Reflexión docente y uso de video

Las investigaciones en la enseñanza de las ciencias subrayan la relevancia del papel mediador del profesor, los pares, el lenguaje y la tecnología (Ferynhough, 2008) [3] y, en particular, han comenzado a centrarse en las prácticas comunicativas que se basan en la mediación tecnológica (Zheng, 2009) [4]. Si bien gran parte de la atención se ha centrado en la introducción de Internet en los entornos de enseñanza y aprendizaje, es necesario recuperar en este mismo contexto la relevancia del video como recurso educativo.

Durante la formación docente inicial el uso de videos puede desempeñar un doble propósito formativo (no excluyentes de otros): por un lado, como medio para promover la construcción de conocimientos; por otra parte, para el desarrollo de habilidades de reflexión. Varios estudios han demostrado que su empleo desde un enfoque como el estudio de casos, puede influir positivamente en las reflexiones de los futuros profesores sobre las experiencias en el aula (Boling, 2007) [5]. Autores como Aroza, Godino y Beltrán-Pellicer (2016) [6] enfatizan en la importancia de desarrollar la competencia de reflexión e indagación sobre las prácticas docentes en profesores de matemáticas desde sus primeras etapas de formación.

La capacidad de reflexionar críticamente sobre la práctica en el aula es considerada como una parte esencial del crecimiento profesional docente (Calandra, et.al., 2009) [7] y, especialmente importante, para los docentes noveles y durante la formación inicial (Alsawaie y Alghazo, 2010) [8]. El concepto de práctica reflexiva, en el contexto de la práctica docente, refiere a una interacción continua entre pensamiento y acción (Schön, 2008) [9] que, como señala Perrenoud (2004) [10], requiere de una actitud desarrollada sistemáticamente. La práctica reflexiva implica una serie de decisiones que se pueden tomar en diferentes momentos durante el proceso de enseñanza siendo, entre ellas y de manera significativa, la que acontece luego de la interacción en el aula sobre el trabajo pedagógico realizado de forma retrospectiva (Perrenoud, 2004) [10].

Diferentes investigaciones reportan el uso de videos en la formación del profesorado (Özkan, 2002) [11]. No obstante, y como lo indicaran Blomberg, et. al. (2013) [12], es necesario continuar en esta línea de investigación para comprender las posibilidades de este recurso para la formación del profesorado. Si bien son variadas las investigaciones

centradas en el empleo de vídeo con fines didácticos no son frecuentes las indagaciones centradas en cómo los docentes hablan ciencia con este recurso. Esta dimensión del empleo didáctico del video es indagada en este trabajo en el que, por un lado, se presenta el análisis de un vídeo con finalidad didáctica realizado por dos estudiantes. Este recurso fue elaborado por una docente en formación del Profesorado en Matemática en el contexto de una de las asignaturas vinculadas a las Prácticas Docentes. Por el otro, se presentan las reflexiones de las estudiantes sobre el análisis, considerando las variaciones en el nivel de abstracción del contenido vehiculado discursivamente, como así también el nivel de abstracción en las distintas etapas de la resolución del problema, adaptando la propuesta de Polya (1965) [13].

3. Metodología

A efectos de diferenciar entre la estudiante que elaboró y presentó el video y las estudiantes que realizaron el análisis, referiremos a la primera como “docente en formación” o “futura profesora” y a las segundas como “estudiantes”.

La investigación se enmarca en una lógica cualitativa del tipo descriptiva interpretativa centrada en un estudio de caso correspondiente a dos estudiantes y el análisis que desarrollaran sobre el habla de una futura profesora durante el trabajo con un video. Este trabajo fue desarrollado por las estudiantes en el contexto de una práctica de investigación destinada a estudiantes de un profesorado universitario de matemática de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Las mismas analizaron el nivel de abstracción del lenguaje que utiliza la futura docente en un vídeo con fines educativos referido al Teorema de Thales, y además, el nivel de abstracción en las distintas etapas de la resolución de dicho problema.

El vídeo, en tanto recurso didáctico, fue elaborado por la futura profesora en el marco de un trabajo práctico para dicha asignatura en el que debía presentar un problema y su resolución para compartir con los docentes y sus compañeros. El mismo tenía una duración de, aproximadamente, doce minutos. La futura docente propuso una situación problemática en un contexto de la vida cotidiana que, durante el desarrollo del video, presentó y desarrolló en forma escrita en una hoja, utilizando un teléfono celular para su filmación. A continuación, se presenta el enunciado del problema y una breve descripción de cómo la docente en formación aborda la misma.

“Javier y Gabriela toman un paseo en bici, luego de haber recorrido 50 metros decidieron separarse. Él fue por una rampa y ella siguió por el suelo. Después de recorrer una cierta distancia luego de la separación, Gabriela hizo una pausa y Javier también, justo arriba de ella, pero habiendo recorrido 3 metros más que ella. Siguieron andando hasta una segunda pausa, donde ella recorrió 21 metros más y él 28 metros más, otra vez quedando uno sobre otro. ¿Cuántos metros llevan recorridos cada uno hasta la segunda pausa?”

En un primer momento, la futura docente hace una lectura comprensiva del enunciado, identificando los datos del problema, realizando su traducción al lenguaje algebraico y elaborando un esquema gráfico que ayuda a la interpretación del mismo. Luego, a partir del análisis de lo obtenido, plantea distintas formas de comenzar con la resolución del problema realizando las consideraciones pertinentes que guían a los

espectadores a optar por la aplicación del Teorema de Thales. Seguidamente, realiza una breve revisión formal del enunciado del teorema, para luego aplicarlo a una situación específica, resolver los cálculos derivados y arribar a una respuesta. Por último, retoma la situación problemática y su esquema gráfico con el fin de analizar si el resultado obtenido es coherente a la situación planteada y poder responder a la pregunta del problema.

Las estudiantes elaboraron dos conjuntos de categorías para el análisis del vídeo. Uno de ellos, referido al nivel de abstracción del lenguaje utilizado por la docente en formación (Tabla 1); y, en el otro, considerando las etapas en la resolución de problemas propuestas por Polya (1965) [13], las estudiantes definieron categorías en cada una de ellas con el propósito de identificar el nivel de abstracción en la resolución (Tabla 2).

Tabla 1. Categorías elaboradas por las estudiantes para el nivel de abstracción del lenguaje utilizado por la docente en formación.

Categoría	Descripción de la categoría
Nivel Alto	Utiliza lenguaje científico-escolar para hacer referencia a resultados y/o conceptos matemáticos.
Nivel Medio	Intercambia lenguaje cotidiano con científico-escolar
Nivel Bajo	Uso predominante del lenguaje cotidiano al hacer referencia a conceptos, propiedades y resultados matemáticos

Tabla 2. Categorías elaboradas por las estudiantes para la resolución del problema a partir de las etapas propuestas por Polya (1965) [13].

Etapas en la resolución de problemas	Categorías
Comprensión del problema	Lectura del Problema
	Representación esquemática del problema a partir de su lectura
Diseño de un plan	Introducción a las hipótesis del Teorema de Thales
	Presentación del Teorema de Thales

Ejecución del plan	Aplicación del Teorema de Tales
	Ejecución de procedimientos algebraicos y cálculos
Visión retrospectiva	Retorno sobre el diagrama para la respuesta a la pregunta del problema.

4. Resultados

Los resultados se organizan en dos apartados, según los objetivos presentados.

4.1 Análisis del video

En la fig.1 se presentan los diferentes niveles de abstracción del lenguaje asociados al habla de la futura profesora durante el desarrollo del contenido del video. En su análisis, las estudiantes diferenciaron tres momentos durante el trabajo didáctico con el video. Un primer momento, desde el inicio hasta el minuto 4 aproximadamente, caracterizado por reiteradas instancias de contextualización y descontextualización del problema. Un segundo momento, desde el minuto 4 hasta el minuto 9 aproximadamente, se observa un uso constante del lenguaje científico escolar para hacer referencia a los contenidos matemáticos trabajados. Finalmente, desde el minuto 9 hasta el final del vídeo, la docente en formación recurre a un lenguaje cotidiano con el propósito de analizar los resultados obtenidos y responder a la cuestión planteada en la situación problemática.

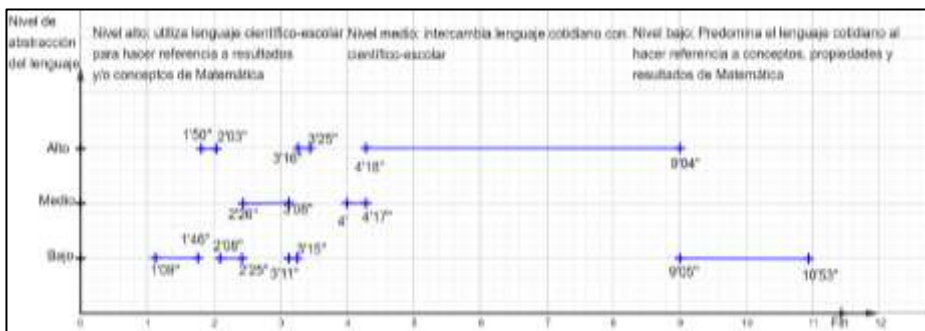


Fig. 1. Nivel de abstracción del lenguaje identificado en el habla de la autora del video durante el trabajo.

En la fig.2, se presentan las variaciones en el nivel de abstracción, asociadas a cada una de las etapas en la resolución del problema. En este contexto, las estudiantes evidencian la intención didáctica de la futura docente observando que:

- En las categorías correspondientes a la etapa de comprensión del problema, denominadas “Lectura del problema” y “Representación esquemática del

- problema a partir de su lectura”, se invita a la interpretación de la situación problemática planteada y a la traducción del enunciado coloquial a una representación gráfica del mismo. En este proceso, el nivel de abstracción trabajado aumenta de bajo a medio.
- En las dos etapas siguientes, diseño y ejecución del plan, las estudiantes definieron las categorías “Introducción a las hipótesis del Teorema de Thales” y “Presentación del Teorema de Thales” para la primera, y “Aplicación del Teorema de Thales” y “Ejecución de procedimientos algebraicos y cálculos” para la restante. En ellas, la futura profesora formaliza los conceptos a aplicar y realiza procedimientos y cálculos necesarios para arribar a un resultado. Por lo cual, se corresponde con una instancia de mayor descontextualización de la situación problemática, lo que implica que está ubicada en un nivel de abstracción alto respecto a la resolución del problema.
 - Por último, la categoría denominada “Retorno sobre el diagrama para la respuesta a la pregunta del problema” que corresponde a la etapa de la visión retrospectiva. En la misma, la docente en formación recontextualiza los resultados obtenidos disminuyendo el nivel de abstracción.

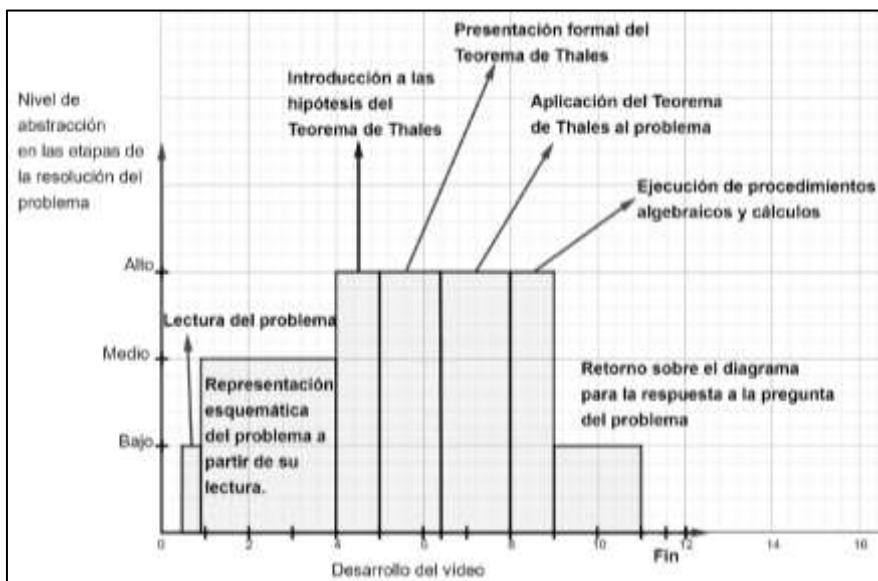


Fig. 2. Las categorías definidas por las estudiantes en cada una de las etapas y su nivel de abstracción.

Las lecturas anteriores de las estudiantes permiten analizar el habla de la futura profesora en términos de dos tipos de niveles de abstracción: uno de ellos, involucrado al nivel de abstracción en el habla; el otro, correspondiente a las etapas utilizadas en la resolución del problema. Ambas interpretaciones son recuperadas por las estudiantes, en términos de una nueva perspectiva que las combina, con el propósito en cómo la futura profesora contextualiza y descontextualiza el contenido en diferentes instancias

según cada una de las etapas identificadas para la resolución del problema. Estos resultados son presentados en la fig.3.

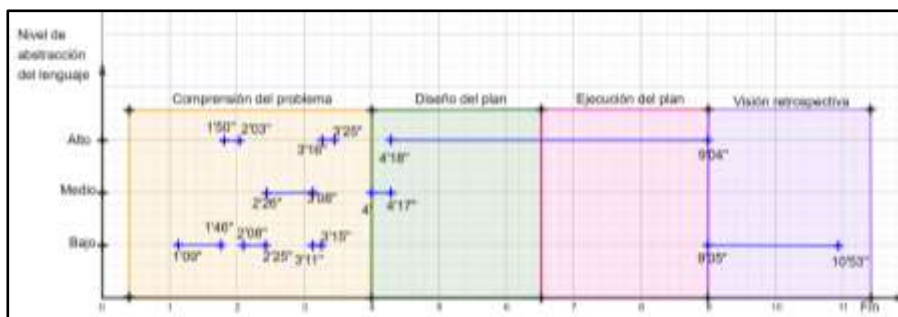


Fig. 3. Nivel de abstracción del lenguaje en cada etapa en la resolución del problema

En la etapa comprensión del problema, se observa la variación entre los niveles de abstracción del lenguaje durante las categorías de “Lectura del problema” y “Representación esquemática del problema a partir de su lectura”. Ejemplo de esto es la siguiente frase utilizada por la docente en formación:

“...la pausa la vamos a describir en este gráfico como este pequeño cortecito que está acá en este segmento (señala en el esquema) ..., si voy para arriba este punto de intersección va a ser la pausa de Javier y dice que recorre la misma distancia de Gabriela, pero tres metros más, es decir, x más tres por acá...”

En la etapa diseño del plan, queda de manifiesto el aumento de nivel medio de abstracción en el lenguaje utilizado a alto durante las categorías “Introducción a las hipótesis del Teorema de Thales” y “Presentación Formal del Teorema de Thales”. Las siguientes citas dejan evidencia de esto:

“Pero bueno lo que uno podría hacerles notar es que estos dos segmentos que marcamos acá con líneas punteadas son paralelos y que tenemos estas dos líneas, la línea que representa la rampa y la línea que representa el suelo, las cortan en estos pequeños puntos que estamos acá marcando. Entonces acá lo podemos marcar a este punto y llamarlo A, por ejemplo. Este pequeño punto este de acá lo marcamos también, la pausa la llamamos B, esta pausa C, ésta la llamamos D y ésta la llamamos E. Entonces bueno, ya dando en las pistas de que son pequeños segmentos y de que son líneas transversales y las paralelas de acá debería ocurrírseles utilizar el Teorema de Thales, que es lo que vamos a utilizar nosotros en este caso.”

“...si yo tengo dos líneas no necesariamente paralelas y tres líneas paralelas que las cortan, llamamos a los puntos de intersección A, B, C, D, E y F. Lo que nos dice es que los segmentos sobre una recta son proporcionales a los segmentos de esta otra recta (señala en su diagrama), es decir, que la razón del segmento \overline{AB} con \overline{DE} es igual a la razón del segmento \overline{BC} con el segmento \overline{EF} , y también se cumple que es igual a la razón del segmento \overline{AC} con el segmento \overline{DF} .”

En la ejecución del plan, las categorías definidas por las estudiantes “Aplicación del Teorema de Thales al problema” y “Ejecución de procedimientos algebraicos y cálculos”, los siguientes pasajes:

“Vamos a hacer el cociente entre este segmento y este segmento (señala en el dibujo los segmentos \overline{AB} y \overline{AD}) e igualarlo al cociente de este segmento con este segmento de acá (señala los segmentos \overline{BC} y \overline{DE}) ...”

“...hacer el cociente, en este caso, x sobre $x+3$, y lo igualamos al cociente 21 sobre 28 ya que forman proporción...”. Dan evidencia de que la futura profesora ubica el contenido de su habla en un nivel relativamente alto de abstracción durante la resolución del problema.

Por último, en la etapa visión retrospectiva, la categoría definida “Retorno sobre el diagrama para la respuesta a la pregunta del problema”, el nivel de abstracción del lenguaje utilizado por la docente en formación es bajo. Frases como la siguiente dejan expuesto lo mencionado:

“...Es bueno decirles a los chicos que lo corroboren. Verificar que este teorema se cumple y que lo resolvimos correctamente.”

4.2 Reflexiones de las estudiantes

En este apartado se presentan algunas de las reflexiones de las estudiantes. El objeto de dichas reflexiones fue variado, transitando entre apreciaciones generales y consideraciones específicas. En estos términos es posible categorizarlas según su objeto que, en términos de su diversidad, permite apreciar la extensión de las mismas. Un primer referente de sus reflexiones se estableció en la valoración del recurso educativo (*“El análisis del video me resultó muy enriquecedor ya que comprendí la importancia del recurso visual como herramienta de enseñanza o como complemento educativo”*). Ganando en especificidad, las reflexiones avanzaron en consideraciones didácticas sobre el empleo del recurso. Estas consideraciones, de su parte, oscilaron en la relevancia de recuperar el referente empírico, objeto del problema planteado (*“Cuando se encarán este tipo de problemas [...] se necesita un retorno constante a una representación esquemática para que se pueda establecer una relación entre el procedimiento que se hace y cómo se relaciona con el problema abordado”*) y la valoración de los componentes no verbal y verbal del discurso docente. Para las estudiantes, el primero de estos componentes (*“[...] que se da a la hora de interpretar un enunciado o resolver el problema”*), adquiere relevancia en la medida en que *“[...] identificar los elementos que uno va mencionando, mejora la comprensión de la persona que mira el video y constituye una explicación más fácil de seguir”*. El componente verbal del lenguaje es analizado recuperando las categorías que elaboraron durante el análisis y utilizado para una lectura que abstrae del caso particular una consideración didáctica más amplia (*“En cuanto al uso del lenguaje verbal, realmente creo en la importancia de comenzar con un lenguaje bajo/medio [...] para que el proceso de abstracción no sea tan “brusco” y se vayan introduciendo los conceptos matemáticos de forma comprensible”*). Esta idea es recuperada en más de una oportunidad, a partir de la relevancia del nivel de abstracción en el lenguaje (*“Mantener un lenguaje con un nivel medio de formalidad ayuda a una mejor visualización del problema, así mismo evitamos desligarnos totalmente del contexto en el que se encuentra este, y no nos quedamos solamente con la “parte matemática” del problema”*).

Por otra parte, las estudiantes refirieron sus reflexiones a la construcción de las categorías, en una dimensión reflexiva que avanzó hacia lo metodológico. Esta

valoración se extendió, por un lado, al carácter instrumental de las categorías (*“En cuanto a los niveles de abstracción del video, coincidimos en que dichos niveles están identificados correctamente, y que además se adecuan a cada sección de la resolución del problema”*); también, de aspectos que dan cuenta de la construcción de las categorías (*“Nos ayudamos en un principio con el uso de lenguaje formal dentro del video, y sus respectivos niveles (alto, medio y bajo) para luego tener una idea del tipo abstracción presente en cada sección del mismo”*), justificando las decisiones metodológicas (*“Pues, generalmente, cuando se hacía uso de un lenguaje formal alto, se correspondía a un nivel de abstracción mayor por ejemplo, al resolver el problema”*).

La modalidad de trabajo desarrollado por las estudiantes permitió acercarlas a una lectura diferencial del recurso educativo (*“[...] cuando empezamos a analizar el video no me imaginaba que se podían llegar a observar tantas cosas y que, a su vez, había que tener tantas cosas en cuenta a la hora de hacer un video didáctico*). Parte de este proceso de desnaturalización del recurso, se expresó en las expectativas previas (*“[...] me interesaba ver como se trataba un tema de geometría, aunque parezca un poco tonto, en todo mi transcurso durante la carrera siempre sentí una deficiencia en geometría y más aún en el temario que se dicta en las escuelas”*) y la resignificación de la mirada inicial que fueron capaces de reconocer y expresar en términos de nuevos aprendizajes (*“A la práctica la sentí muy formativa en el sentido de que ahora tengo en cuenta bastantes factores que influyen en la comunicación de una al explicar un problema de manera didáctica”*) a partir de una mirada didáctica que incorporó los ya comentados aspectos verbales de la comunicación (*“También aprendí que hay varios factores no verbales influyentes a la hora de transmitir lo que una sabe, esos pequeños detalles como utilizar diferentes colores para identificar mejor objetos relacionados o señalar a medida que se va explicando”*).

Entre estas instancias reflexivas que transitaron entre lo específico y lo general, este último nivel se expresó, además, en una dimensión actitudinal, centrada en la intención de indagar nuevos aspectos vinculados al empleo de nuevos recursos (*“el análisis me animó a buscar más recursos [...]”*) y en la motivación (*“[...] motivarme a hacerle preguntas a lxs alumnxs de manera que se dé lugar a la reflexión y al razonamiento propio”*).

5. Conclusiones

La investigación presentada se enmarca en un estudio más amplio vinculado a analizar procesos reflexivos de futuros profesores de matemática durante su participación en prácticas de enseñanza. En este trabajo, se muestran los resultados de las reflexiones llevadas a cabo por dos estudiantes a partir de una simulación de clase. El estudio desarrollado por las estudiantes involucró la construcción de categorías emergentes durante el análisis del contenido del video ejemplificando, también, un proceso de investigación sobre la práctica docente. Por otra parte, la categorización elaborada, como la visualización de los resultados para el análisis de procesos de abstracción en el habla de la futura profesora pueden ser considerados, en sí mismos, un dispositivo para el análisis de videos con fines educativos. Además, a partir de los resultados

compartidos en este trabajo se pretende contribuir a una línea de investigación aún escasamente desarrollada, como es el análisis del habla docente durante el empleo de videos como recurso didáctico. El habla, asumida como un mediador privilegiado en el plano social del aula, puede ser analizada desde diferentes perspectivas durante el empleo de este recurso educativo. En este trabajo, centramos la atención en una de ellas, relacionada a analizar cómo el habla vehiculiza procesos de abstracción y contextualización del contenido de enseñanza.

6. Referencias

- [1] E. de Souza, «Educação em tempos de pandemia: desafios e possibilidades», *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, 110-118, 2020.
- [2] M. Pedrosa, M. Astiz y C. Vivera, «El uso del vídeo como recurso didáctico en el aula de matemática», *Revista de educación*. Año XI. Número 21.1, pp. 217-234. Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata, 2020.
- [3] C. Fernyhough, «Getting Vygotskian about theory of mind: Mediation, dialogue, and the development of social understanding», *Developmental review*, 28(2), 225-262, 2008.
- [4] D. Zheng, M. Young y M. Wagner, «Negotiation for action: english language learning in gamebased virtual worlds», *Modern Language Journal*, 93, 2009.
- [5] E. C. Boling, «Linking technology, learning, and stories: Implications from research on hypermedia video-cases», *Teaching and Teacher Education*, 23(2), 189–200, 2007.
- [6] C. J. Aroza, J. D. Godino y P. Beltrán-Pellicer, «Iniciación a la innovación e investigación educativa mediante el análisis de la idoneidad didáctica de una experiencia de enseñanza sobre proporcionalidad», *Aires*, 6(6), 1-29, 2016.
- [7] B. Calandra, L. Brantley-Dias, J. K. Lee, y D. L. Fox, «Using video editing to cultivate novice teachers' practice». *Journal of Research on Technology in Education*, 42(1), 73-94, 2009.
- [8] O. N. Alsawaie e I. M. Alghazo. «The effect of video-based approach on prospective teachers' ability to analyze mathematics teaching», *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(3), 223-241, 2010.
- [9] D. A. Schon, «The reflective practitioner: How professionals think in action», Hachette UK, 2008.
- [10] P. Perrenoud, «Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica», vol. 1, Graó, 2004.
- [11] B. Özkan, «The use of video cases in teacher education», *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (3), 2002.
- [12] G. Blomberg, A. Renkl, M. Gamoran Sherin, H. Borko y T. Seidel. «Five research-based heuristics for using video in pre-service teacher education», *Journal for educational research online*, 5(1), 90-114, 2013.
- [13] G. Polya, «Cómo plantear y resolver problemas», México: Trillas, 1965.

Ambientes de clases, discurso multimodal y producción de argumentos científicos

Héctor Pedrol¹, Lucía Iuliani², Adriana Calderaro³, Franco Ortiz⁴

^{1, 2, 3, 4}UNSAM – LICH/CONICET (Argentina)

hpedrol@unsam.edu.ar; liuliani@unsam.edu.ar;
adriana.calderaro@unsam.edu.ar; fortiz2@abc.gob.ar

Resumen. En este estudio se analiza la relación entre la argumentación científica escolar y los ambientes de clase a través del discurso multimodal desarrollado en la clase. Se busca conocer cuáles son las variables que el profesor utiliza para promover la generación de un ambiente que facilite el proceso de argumentación. Se considera apropiado el uso de la metodología de la Investigación Basada en Diseño mediante la aplicación de sus etapas cíclicas. El trabajo de campo corresponde a la aplicación de una secuencia didáctica en una escuela de enseñanza secundaria del conurbano bonaerense, cuyo objetivo central es lograr el desarrollo de los procesos argumentativos. Los datos se obtuvieron a partir de las filmaciones de clases, entrevistas y producciones de los alumnos. Como resultado del análisis de los datos se identifican distintas capacidades e intereses de los estudiantes. El protagonismo de los alumnos, el liderazgo del docente y el entramado de los modos semióticos empleados en la clase resultan importantes para generar un ambiente de clase cooperativo que favorece la producción de argumentos científicos escolares.

Palabras clave: Ambiente de clase. Discurso multimodal. Argumentos científicos. Problemas socio-controvertidos. Diseño experimental.

1. Introducción

En este estudio se analiza la relación entre la argumentación científica escolar y los ambientes de clase a través del discurso multimodal (Salazar; Ortega, 2018). El propósito del presente estudio es analizar la relación entre los procesos de promoción de la competencia científica de la argumentación y los ambientes de clase a través de la influencia del discurso multimodal. En tal sentido, se busca conocer algunas características de esa relación, en particular las variables que el profesor utiliza para generar un ambiente de clase en el que se favorezca el proceso de argumentación.

Por otra parte, se emplea la metáfora ecológica (Porlán, 1996) como sustento de la definición y caracterización de los ambientes de clase que favorezcan el logro de competencias argumentativas en los estudiantes. En el campo de la didáctica de las ciencias se ha desarrollado un interés sobre la comunicación, y en particular por aquella en la que se integran el lenguaje oral y escrito y otros modos semióticos, adhiriendo a la tesis de que una comunicación multimodal es más formativa para la educación en ciencias. En las clases de ciencias se construyen significados a través de

una compleja “orquestración” discursiva en la que los procesos de argumentación científica escolar ocupan un lugar central. El trabajo de campo de este proyecto corresponde a la aplicación de una secuencia didáctica sobre la efectividad de protectores solares nanoparticulados cuyo objetivo central es lograr el desarrollo de los procesos argumentativos. La implementación se lleva a cabo en escuelas del conurbano bonaerense. La aportación que el presente estudio intenta realizar se sitúa en la elucidación de los diferentes elementos de los ambientes de clase “naturales” que favorezcan u obstaculicen el desarrollo de la competencia argumentativa.

En la contrucción de nuestro marco teórico consideramos el ambiente de clase como un espacio interaccional y comunicativo; suponemos necesario, para argumentar, un ambiente en donde predomine la libertad de expresión, la honestidad intelectual, los discursos libres y claros, donde el alumno pueda moverse libre y responsablemente, donde se respeten los tiempos de aprendizaje, donde el rol del docente sea el de mediador y regulador del discurso, y los alumnos tengan también un rol protagónico (Pedrol, H., Drewes, A., Tricárico, R. H., & Calderaro, A., 2015).

Una revisión realizada sobre la literatura permite inferir que hay una alta variabilidad en las definiciones del concepto ambiente aplicado a la educación. Por ejemplo, si se avanza en el estudio del uso lingüístico del vocablo, es posible dar con tantas ideas de ambiente de clase o de aprendizaje como autores y épocas históricas se revisen (García Chato, 2014). Estas definiciones ponen el acento en diferentes aspectos, como ser aquellos que corresponden a la parte física o material del aula, al escenario de clase, o al entorno definido por el docente (Loughlin y Suina, 1994). También se considera lo sensorial y lo relacional, incluyéndose la comunicación interactiva propia de una acción educativa.

Entendemos al aula “natural” como un ambiente de clase que se configura a partir de un amplio conjunto de variables que, más allá de lo edilicio y material, incluyen las relaciones entre los sujetos y los artefactos semióticos que ellos utilizan. En principio interpretamos dicho ambiente como “didáctico específico”, dado que se configura a partir de la toma de decisiones en la puesta en marcha de una secuencia didáctica sobre contenidos científicos del Diseño Curricular de la provincia de Buenos Aires.

Continuando con la revisión bibliográfica iniciada, nos encontramos con la dificultad del empleo de la idea de “clima” como sinónimo de ambiente. Basándonos en nuestra idea de utilizar la metáfora ecológica (Porlán, 1996) para el análisis de la clase, nos vemos en la necesidad de precisar que el concepto de ambiente de clase incluye al clima como una parte constitutiva del mismo. El clima, en nuestra concepción, forma parte del ambiente de clase y establece condiciones que pueden afectar en forma decisiva el desarrollo de la actividad de la misma.

Otro elemento de nuestro marco teórico corresponde al análisis del papel de la multimodalidad en la argumentación científica escolar. “El estudio del discurso desde un enfoque multimodal nos permite hacer un análisis global e integral de los múltiples lenguajes y recursos semióticos que están o no relacionados: interacción multimodal” (Jewitt, 2013). En la construcción de los argumentos científicos son de suma importancia el dominio de los modelos científicos (Adúriz Bravo, 2017) y la consideración de las evidencias en la justificación. El desarrollo de diseños experimentales en forma conjunta con los alumnos permite la obtención de evidencias

para ser utilizadas en los argumentos. Si bien estas dos variables son relevantes, es de similar importancia reconocer, por parte de los profesores, la variedad semiótica necesaria para lograr argumentaciones más acabadas. El reconocimiento de la naturaleza multimodal de la argumentación es entonces crucial. Según Villada Salazar y Ruiz Ortega (2018) la argumentación multimodal hace referencia al uso de múltiples lenguajes y reúne los aportes específicos de los estudios del lenguaje y modos semióticos que favorecen el aprendizaje.

La orquestación semiótica se produce cuando se diseña una configuración semiótica compuesta por uno o varios modos de significar (Kress y van Leeuwen, 2001) La creación de significado o semiosis se produce orquestadamente entre todas las acciones generadas en un ambiente de clase (Pedrol, et al 2015) donde interactúan todos los artefactos semióticos diseñados por el docente para favorecer el proceso de argumentación científica escolar.

Nos interesa el hecho de la incorporación de significados en el discurso de los alumnos. Durante la interacción discursiva, el alumno puede repetir la trama del profesor (o parte de ella) o incluso reformularla introduciendo modificaciones que forman parte de su propio proceso de argumentación.

2. Contenido

2.1. Objetivo

Analizar la toma de decisiones del profesor/a para la generación de un ambiente áulico que propicie la producción de argumentos científicos escolares, a través del estudio del discurso multimodal.

Evaluar la puesta en práctica de una secuencia didáctica en la cual se desarrollen procesos de argumentación científica en el aula.

Conocer las características multimodales del discurso desarrollado en la clase, que estén directamente relacionadas con la generación de ambientes facilitadores de los procesos de argumentación científica en el aula de ciencias.

2.2. Materiales y métodos

Según los objetivos de esta investigación consideramos apropiado el uso de la metodología de la Investigación Basada en Diseño. Esta metodología no se limita a la elaboración y prueba de un diseño o intervención particular, sino también a la concreción de modelos teóricos "ya sea para precisar, extender, convalidar o modificar teoría existente o para generar nueva teoría" (Rinaudo, M.C; Donolo, D. 2010). Las etapas cíclicas previstas en esta metodología se ven reflejadas en la elaboración de la secuencia (preparación del diseño), en la aplicación de la misma (implementación del diseño) y en la triangulación de los datos obtenidos (análisis retrospectivo).

Los datos se obtuvieron a partir de las filmaciones de clases, entrevistas al docente y las producciones de los alumnos. La técnica aplicada para el tratamiento de los mismos se corresponde con el análisis de contenido (Bardín, 1996).

La secuencia didáctica, aplicada en un curso de 3er año (15 y 16 años de edad) de Físicoquímica, de una escuela de la provincia de Buenos Aires; aborda una controversia sociocientífica sobre el uso de protectores solares tradicionales y nanoparticulados, buscando la producción de argumentos científicos escolares que valoren el cuidado de la salud frente a la contaminación ambiental.

Durante la primera parte de la secuencia (correspondiente a las clases 1 y 2 de la tabla 1) contextualizada en la enseñanza de las radiaciones, surge el problema vinculado con la eficacia de los protectores solares para el cuidado de la piel. Para atender al problema se requiere la obtención de evidencias, para lo cual se realiza un protocolo experimental elaborado en consenso entre el docente y los estudiantes. Este diseño experimental corresponde a un dispositivo físico, una caja de radiación UV, en cuyo interior se colocan unas muestras de piel de cerdo (con características similares a la piel humana) para ser sometidas a la radiación luego de ser protegidas por los diferentes tipos de protectores, entre los que se considera un protector nanoparticulado. La evidencia experimental permitió concluir que el protector solar nanoparticulado resulta ser el más efectivo frente a las radiaciones UV (Pedrol, H.; Ortiz, F.; Calderaro, A.; Iuliani, L., 2020).

Tabla 1. Detalle de las clases de la Secuencia Didáctica

Clase	Detalle	Actividades desarrolladas
0	Planificación del espacio físico	- Preparación de la biblioteca escolar como un espacio de laboratorio.
1	Inicio de la secuencia planteando el problema de la eficiencia de los protectores nanoparticulados.	- Introducción teórica. - Debate. - Recuperación de ideas. - Experimentación con un diseño preliminar de carácter exploratorio.
2	Recolección de evidencias teóricas y experimentales para resolver el problema de la eficiencia de los protectores solares.	- Recuperación de ideas y conceptos desarrollados previamente. - Desarrollo del diseño con rigor experimental. - Registro de datos. - Discusión de resultados. - Control de variables.

<p>3</p>	<p>Planteo de una nueva controversia por parte de los estudiantes sobre contaminación del agua a causa de los protectores solares nanoparticulados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperación de ideas y conceptos desarrollados previamente. - Nuevo diseño experimental (cunita). - Desarrollo del diseño con rigor experimental. - Registro de datos. - Discusión de resultados. - Argumentación y contrargumentación en base a las nuevas evidencias obtenidas.
----------	---	---

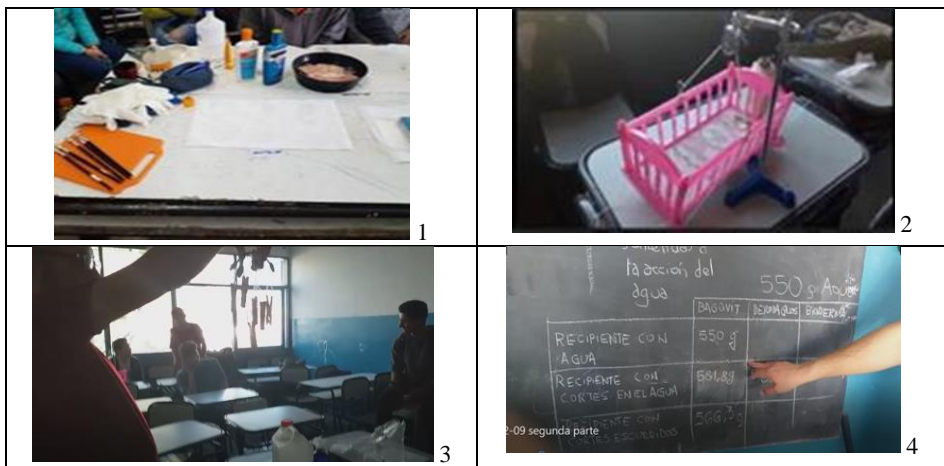
En un segundo momento de la secuencia (correspondiente a la clase 3 de la tabla precedente) y sobre la base de la primera experimentación realizada surge el planteo de un alumno acerca de la contaminación del agua. Este planteo da lugar a que otros estudiantes se sumen al debate, por ejemplo, otra estudiante se cuestiona “¿Qué hacemos? ¿Ingreso o no ingreso al agua? ¿Me baño primero?”. Surge así la sospecha de que los protectores se “lavan con el agua”. Esto genera una nueva controversia que requiere el diseño de otro dispositivo para la recuperación de evidencias. Una de las variables que se analizan se refiere al contenido de sales que presenta el agua marina y de río respondiendo a la inquietud de los estudiantes “¿será lo mismo el agua salada y agua dulce?”, por lo que se decide utilizar agua destilada en la experimentación. Otra variable corresponde al tipo de movimiento que se produce en las masas de agua y que remueven el excedente del protector solar. Los estudiantes buscaron analogías con algunos dispositivos para simular el vaivén del agua, por ejemplo el movimiento de un lavarropas como dispositivo de acción permanente; otros propusieron un control a distancia, de tipo remoto, mediante un joystick para accionar y detener el movimiento del agua, entre otros.

Frente a estos debates se acuerda un nuevo diseño que emule el movimiento de las olas al ingresar al mar o de la corriente de agua al ingresar al río. Para ello se pensó en un dispositivo conformado por un recipiente que contuviera una masa de agua destilada, en cuyo interior se colocan los cortes de cerdo expuestos a la radiación UV con vestigios del protector solar. Dicho recipiente debía hallarse en movimiento continuo de vaivén. Para materializar la idea propuesta se pensó en una cuna mecedora de juguete, que contuviera el recipiente transparente con agua y los cortes de cerdo en su interior, la que debería estar en movimiento continuo. Por medio de un dispositivo de polea fija, se vincularon ambos extremos de la “cunita” para efectuar el movimiento de tensionar y liberar la cuerda durante un tiempo determinado. Al retirar los cortes de cerdo, los mismos fueron tendidos en una soga para escurrir el excedente de agua. Continuando con el debate, los estudiantes evaluaron y propusieron ajustes en el diseño experimental para optimizarlo.

El análisis de las filmaciones de clases donde se pone en práctica la secuencia didáctica arriba comentada da cuenta de una gran variedad de modos semióticos empleados por el profesor. La existencia de diferentes lenguajes y artefactos semióticos que utiliza el profesor otorgan sentido al problema estudiado,

reconociéndose esto en el desempeño de los estudiantes, quienes son capaces de pensar y justificar un diseño experimental y generar argumentos científicos válidos en torno a la controversia en cuestión. Un ejemplo de lo dicho se reconoce en la intervención de un estudiante quien explica que “el dispositivo se puede hacer con un cableado” mientras intenta explicarlo con gestos, se acerca a la “cunita” para señalar e indicar cuál es la forma de materializar ese ajuste del modelo. Reproduce con sus manos el movimiento de marcha y contramarcha y continúa explicando cómo sería posible pasar los cables por la cunita para comandar desde un dispositivo remoto. Entendemos que la orquestación semiótica diseñada por el profesor en las clases es recuperada por los estudiantes quienes se apropian de ella como en el caso del estudiante mencionado.

Figura 1. Descripción del dispositivo empleado en la controversia



1-Distribución de los protectores sobre los fragmentos de piel. 2-Dispositivo de simulación de olas (cunita). 3-Tendido y escurrido de las muestras de piel. 4- Registro de datos de la experimentación.

3. Los resultados

El análisis de los datos nos permite reconocer algunas de las decisiones tomadas por el profesor para la generación del ambiente de clase diseñado en función de la producción de argumentos científicos escolares.

En relación a la orquestación de los artefactos semióticos que utiliza para llevar a cabo la secuencia didáctica que ha diseñado se observa en las filmaciones de clases que el profesor realiza una serie de gestos combinados con el lenguaje oral y escrito construyendo una trama gestual. Ésta aporta a la representación que los alumnos deben lograr acerca del movimiento del agua y el contacto de la persona con ella, generando el desprendimiento del protector nanoparticulado y provocando la contaminación del agua. Una alumna, al experimentar con la cunita, observó que el

protector nanoparticulado se había fijado en las paredes del recipiente a diferencia de los otros protectores que no dejaron vestigios en las paredes del recipiente (observación cualitativa). Para cuantificar el resultado observado se procedió a pesar la piel de cerdo “unguentada” con cada protector antes de la exposición al agua y luego de sumergirla en la misma.

En las clases se evidencian interacciones discursivas significativas entre el profesor y los alumnos y entre los mismos estudiantes, en particular, cuando se aborda la controversia sobre la contaminación de agua (mar, ríos, piletas) por el uso de protectores nanoparticulados. Se observa que el docente utiliza gestos concretos donde simula el movimiento de las olas y superpone una mano sobre la otra para modelizar el desprendimiento de la capa de protector solar. También se evidencia la apropiación por parte de los alumnos de algunos gestos utilizados por el profesor, por ejemplo, cuando un estudiante, ubicado en el centro del salón gesticula el movimiento ondulatorio con su mano justificando el ajuste del diseño experimental (con la cunita) que intenta simular el movimiento de las olas.

Esta conjugación entre los artefactos semióticos y las interacciones discursivas dan lugar a un ambiente de clase que propicia el debate controversial entre los alumnos. Cuando los estudiantes toman la palabra, se reconocen frases que se constituyen en elementos de un argumento científico escolar vinculado al problema sociocientífico abordado en la secuencia. Frente a la problemática de retirar el protector solar (antes de ingresar al mar o río) surgen algunos debates con expresiones como:

-*“Pero al fin y al cabo, estamos contaminando, porque ¿Adónde va parar el agua que utilizamos?... A la Tierra”*

-Otra alumna plantea el dilema *“¿Qué hacemos? Ingreso o no ingreso al agua. ¿Me baño primero?”*

-*“En el artículo suministrado por el profesor se menciona sobre una fórmula química, en cuanto a la contaminación del agua, pero que nosotros (ámbito áulico) no podíamos demostrar la contaminación (limitación de la modelización), más allá que sabíamos que la respuesta era que sí, por eso diseñamos la cunita (modelo que simulaba movimiento de las olas)”*

-El profesor hace notar la variación de la masa de agua del recipiente comparando la misma antes de sumergir las muestras y luego de retirar la piel de cerdo unguentado. En este pasaje de la clase se llega a una conclusión errónea porque los estudiantes se centraron en la variable del agua, pero al detectar el error deciden cambiar el diseño, entonces dejan de masar el agua y comienzan a masar la piel de cerdo, por lo cual deciden secarla. El profesor muestra el tender de extendido de las muestras de cerdo para el escurrimiento (Figura 1.3).

-Un estudiante interviene diciendo que *“esos cortes ya contaminaron el agua ya que toca la parte del cerdo”, al tocar esto (y muestra con un gesto tocando la lapicera) haciendo referencia a “el agua ya se contaminó porque la tocó”.*

-El profesor muestra las partes de cerdo ya unguentadas y colocadas en el agua, y consulta *¿cómo nos damos cuenta cuál tiene el protector nanoparticulado si ya estuvieran en el agua?*, tomando una idea de una estudiante que dice *“es el que tiene una parte oscura”.* Surge una dificultad en el diseño experimental dado que las muestras no fueron identificadas previamente a ser sumergidas en el agua del recipiente de la cunita. A partir de esto los alumnos deciden ajustar el diseño y uno de

ellos propone marcar con un corte diferente cada muestra de piel tratada con los distintos protectores solares utilizados.

-El profesor consulta qué cantidad se colocó de protector y los alumnos responden “Igramo”, entonces se infiere que algo de los protectores se ha desprendido en los 16,6 gramos de diferencia entre la masa del agua medida al inicio y la masa del agua luego de retirar los cortes escurridos (Figura 1.4).

-“*Escurrimos y luego medimos la masa*”, dice el profesor.

-“*...pero la masa subió*” dicen los alumnos.

-Otra alumna dice que “*se observó una especie de “aceite”, “o sea larga como una mancha*”. Se ha desprendido más de 1 gramo y una alumna agrega “*algo de la piel*”.

- El profesor pregunta *¿qué es lo que tiene esta piel?*

-“*grasa*” dice un alumno.

- El profesor aclara que “*en nuestro caso no se desprende grasa pero sí el exceso de la crema*”.

El análisis de todas las filmaciones de clases denota la relevancia de la secuencia didáctica centrada en la actividad experimental para la obtención de evidencias y modelización de los hechos a estudiar, que se ve potencializada por las decisiones del profesor para la generación de un ambiente de clase en el cual la orquestación de los artefactos semióticos y las interacciones discursivas otorgan a los estudiantes autonomía conceptual suficiente, la que se evidencia en los argumentos científicos producidos.

4. Conclusiones

En la tercera clase de la secuencia didáctica en la que surge la nueva controversia sobre la posible contaminación del agua por los protectores solares concluimos que la transformación de la biblioteca escolar en un escenario dinámico confirma que la estructura y diseño del aula intervienen en la relación entre el ambiente de clase y el proceso de argumentación, facilitando u obliterando diferentes actividades o la calidad de los resultados de los mismos. A la luz de la metáfora ecológica interpretamos la organización del aula como el biotopo de un sistema que define algunos aspectos del ambiente de clase. El ambiente es dinámico, se planifican los cambios que deben ocurrir en función de la evolución del proceso, por lo que resulta parte indisoluble del modelo didáctico. Reconocemos que la disposición espacial del aula enriquece las relaciones entre los diferentes actores de la clase favoreciendo los intercambios durante la obtención de evidencias y producción de argumentos.

Además, la aplicación de las estrategias docentes promueve la participación activa de los alumnos, tanto en las interacciones espontáneas entre alumnos y docente como en el diseño de expresiones argumentativas. Se desarrollan situaciones que favorecen la libertad de expresión y de desplazamiento en clase, resultando necesaria la coincidencia entre la libertad de expresión y de desplazamiento respecto de la libertad de pensamiento de los alumnos para no condicionar sus acciones y potenciar la producción de argumentos. En esta tercera clase de la secuencia implementada reconocemos que los alumnos naturalizaron esa forma de participación de gran

protagonismo e independencia para el desarrollo de toma de datos a través de un diseño experimental novedoso (cunita). Esto permitió obtener evidencias cuantitativas y cualitativas respecto de la nueva controversia surgida sobre la conveniencia o no de usar protectores solares nanoparticulados que, si bien protegen la piel de la radiación solar, también contaminan el agua. El discurso horizontal y no coercitivo promovido por el docente permitió la circulación flexible de enunciados en el aula sin que se condicione o limite el pensamiento de los estudiantes.

Cabe destacar la importancia que adquiere la obtención de evidencias científicas a partir del diseño experimental, mediante la recolección de datos que aportaron solidez a los argumentos de los estudiantes. Este se constituye en un dispositivo que reúne un conjunto de recursos multimodales orquestados en función del aprendizaje buscado. El mismo se suma al potencial semiótico que aporta la trama de recursos multimodales, gestos, lenguaje oral y escrito, que se evidencian en el discurso del profesor. El entramado de modos semióticos del discurso docente otorga sentido a la tarea experimental, transformándose en el principal contexto de debate y argumentación de las clases. Las tramas multimodales utilizadas por el docente se reconocen en los argumentos generados por los estudiantes. Tal fue la importancia de esta apropiación que algunos estudiantes replantearon ajustes en el diseño experimental. Entendemos esta reformulación como un indicador de la relación entre el ambiente de clase y la calidad de los argumentos generados, por lo tanto un indicador de aprendizaje de los modelos teóricos involucrados, logrando la incorporación del lenguaje de la ciencia tanto en su vertiente lingüística como semiótica.

La secuencia didáctica aplicada permitió la generación de un ambiente que favorece la construcción de argumentos y contraargumentos por parte de los estudiantes sobre un tema novedoso y motivador como es la controversia sociocientífica acerca de la eficiencia de los protectores solares para el cuidado de la piel y el impacto que éstos producen sobre el ambiente.

5. Referencias

- Adúriz-Bravo, A. (2017). Puentes entre la argumentación y la modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 4491-4496.
- Bardín, L. (2002). *Análisis de contenido*. Madrid, Ediciones Akal.
- García-Chato, G. I. (2014). Ambiente de aprendizaje: su significado en educación preescolar. *Revista de Educación y Desarrollo*, 29, 63-72.
- Jewitt, C. (2013). Multimodal methods for researching digital technologies. *The SAGE handbook of digital technology research*, 250-265.
- Kress, G. y van Leeuwen, T. (2001). *Multimodal Discourse: The Modes and Media of Contemporary Communication*. London: Arnold; Oxford University Press.
- Loughlin, C. y Suina, J. (1997). *El ambiente de aprendizaje: diseño y organización*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pedrol, H., Drewes, A., Tricárico, R. H., & Calderaro, A. T. (2015). Los ambientes de clase y su influencia sobre el proceso de argumentación científica escolar. In IV

Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales.

-Pedrol, Héctor, Ortiz, Franco, Calderaro, Adriana, Iuliani Lucía. (2020). Argumentación multimodal en la enseñanza de la fisicoquímica. Controversia sobre el uso de protectores solares nanoparticulados. Revista Enseñanza de la Física. ISSN: 0326-7091 - e-ISSN: 2250-6101. FAMAFA. Vol. 32, N°2.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF>

-Porlán, R. (1996). Constructivismo y escuela. Sevilla, Díada Editora.

-Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. Revista de educación a distancia, (22).

-Salazar, C. P. V., & Ortega, F. J. R. (2018). La Argumentación Multimodal en la Enseñanza de las Ciencias, un aporte a la Formación Inicial de Docentes. Tecné, Episteme y Didaxis: TED.

Modelos didáticos no ensino de ciências em uma escola pública

Maria Ednilza Silvério de Almeida¹, Artemizia Ribeiro Lima Costa¹, Albino Oliveira Nunes², Albano Oliveira Nunes¹

¹ Faculdade Vale do Jaguaribe (Brasil)
ednilzasilverio@gmail.com; artemizia@fvj.br; albano@fvj.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (Brasil)
albino.nunes@ifrn.edu.br

Resumen. Os modelos didáticos são utilizados como facilitadores do aprendizado, tendo em vista que eles complementam os conteúdos abordados, principalmente na área das ciências, onde se tem uma grande quantidade de conceitos abstratos, que podem ser mais bem compreendidos utilizando-se esses recursos. Conforme Paz *et al.* (2009), os modelos podem ser classificados em três categorias: o modelo representacional, imaginário e teórico. Dessa forma, o presente estudo buscou analisar as contribuições da utilização dos modelos didáticos para o ensino de Ciências em uma escola pública na cidade de Beberibe (Ceará-Brasil). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, realizada com professores do Ensino Fundamental nos anos iniciais, de uma escola pública localizada do município de Beberibe-Ceará (Brasil). A pesquisa se propôs a utilizar modelos didáticos já existentes na escola acessíveis aos professores de Ciências, possibilitando seu uso durante suas aulas. Após a utilização dos modelos, foi aplicado um questionário a uma educadora que atua nessa mesma escola, buscando-se descobrir o que ela pensava sobre a utilização de modelos didáticos e se a utilização desse recurso e no que poderia contribuir para o aprendizado dos conteúdos de Ciências. Os dados indicaram que, a escola conta com um acervo composto por vários modelos didáticos de Ciências, em bom estado de conservação e que incluem aparelho reprodutor feminino e masculino, boca, esqueleto, crânio, entre outros. Além disso, constatou-se que, mesmo em uma escola bem estruturada, com laboratório de Ciências bem equipado, esbarra-se na dificuldade dos professores de lecionar a disciplina, tendo em vista a sua formação ser em outra área (Nunes *et al.*, 2019). A análise do questionário mostrou que a utilização dos modelos durante as aulas são eficazes, e que evidencia a importância e eficiência desses recursos em despertar no aluno o interesse pelos conteúdos de Ciências. Os modelos tradicionais de ensino são, na maioria das vezes, a única forma de ensino utilizada pelos professores e, de aprendizagem dos alunos. Entretanto, ao serem apresentados a uma nova metodologia, tal como os modelos didáticos, e recursos tecnológicos os professores conseguem perceber sua importância para o processo de aprendizagem e passam a querer, cada vez mais, que sejam utilizados pelos alunos. Este artigo pretende servir de guia para los investigadores noveles que se enfrentan con el reto de escribir un artículo científico para un congreso..

Palabras clave: Modelos didáticos, Ensino de ciências, escola pública.

1. Introdução

A Ciência nos permite compreender muitos processos e conceitos, tornando-se importante trabalhá-la no currículo escolar. Para Krasilchik[1], o papel do ensino de Ciências na escola de ensino fundamental nos anos iniciais é desenvolver no aluno várias habilidades além da capacidade de fazer observações e perguntas, de explorar e resolver problemas, cooperar, ser capaz de comunicar suas ideias, dentre outras. Desse modo, ao ensinar Ciências o professor possibilita o acesso a esse conhecimento científico e o uso em benefício próprio ou coletivo.

Baseado nessa afirmativa, a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental nos anos iniciais, busca despertar no aluno, o interesse pela natureza e a relação ser vivo/ambiente. No modelo tradicional de ensino, a interação entre professores e estudantes, e extremamente restrita, seguindo-se a utilização única de livros didáticos como única fonte de conhecimentos. Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam que o professor utilize, além do livro didático, materiais diversificados tais como jornais, revistas, computadores, filmes, e outros, como fonte de informação, para que dessa forma, se possa ampliar o tratamento dado aos conteúdos e fazer com que o aluno sinta-se inserido no mundo à sua volta.

Para que ocorra um ensino de Ciências com uma interação maior entre aluno e professor, é essencial que o professor tenha consciência de que necessita promover relações com as diversas visões de mundo dos estudantes, de forma a promover um aprendizado muito mais significativo.

Segundo Bonetti [2] a falta de recursos econômicos, é um dos principais empecilhos para a realização de uma prática pedagógica que garanta um ensino de qualidade, já que há alto custo na implantação de laboratórios, falta de espaço físico, classes lotadas e a maioria das salas de aula do país não possuem condições adequadas para a contextualização das várias disciplinas no universo escolar, ocorrendo o mínimo possível do relacionamento teórico prático, no qual, sua importância é incontestável para trazer os conhecimentos científicos, ao cotidiano dos alunos.

Perante as dificuldades vivenciadas, principalmente por escolas públicas, alguns profissionais da área do ensino de Ciências utilizam materiais didáticos que se encontram disponíveis nas escolas. Outro tem procurado desenvolver materiais didáticos - pedagógicos alternativos, como instrumentos auxiliares da prática pedagógica, facilitando o envolvimento dos alunos na construção de seu conhecimento, e tendo como atrativo, o baixo custo, além de propiciar aulas mais atraentes e motivadoras [3].

Dentre esses materiais, os modelos didáticos são utilizados como facilitadores do aprendizado, tendo em vista que eles complementam os conteúdos abordados, principalmente na área das ciências, onde se tem uma grande quantidade de conceitos abstratos, que podem ser melhor compreendidos utilizando-se esses recursos.

Conforme Paz *et al.* [4], os modelos podem ser classificados em três categorias, que são o modelo representacional, também chamado de maquete, uma representação física tridimensional que pode ser um terrário, aquário, estufa, e outros.; o modelo imaginário, que seria um conjunto de conjeturas apresentados para descrever como um objeto ou sistema seria, por exemplo o DNA, ligações químicas, e por último o modelo teórico, que é um conjunto de proposições explicitadas de um objeto ou sistema, tal como o sistema solar, ciclo da chuva, ciclo do carbono, etc.

Portanto, os modelos didáticos podem promover uma visão panorâmica e seu uso visa demonstrar, de forma estruturada e física, representações científicas facilitando assim a compreensão dos estudantes e a didática do professor.

O interesse por pesquisar esse tema surgiu a partir de observações feitas em uma escola pública do município de Beberibe onde foram realizadas as regências das aulas durante o estágio supervisionado. Foi verificado que existem inúmeros modelos didáticos nessa escola que poderiam, caso fossem utilizados, como por exemplo a lousa digital que proporciona uma alternativa nas metodologias de ensino dos professores que nelas atuam. Segundo Borba e Penteadó[5], muitos professores reconhecem que a forma como estão atuando não favorece a aprendizagem dos alunos. Eles se encontram insatisfeitos com sua prática, mas não têm coragem de se movimentar a territórios desconhecidos, “alguns professores procuram caminhar numa zona de conforto, onde quase tudo é conhecido, previsível e controlável”.

Muitos professores apresentam dúvidas sobre a utilização dos recursos tecnológicos e observou-se que muitos estudos estão sendo desenvolvidos com a finalidade de incorporar essas tecnologias em atividades pedagógicas como alternativa de ensino e aprendizagem estimulando no aluno o gosto pela leitura e o cálculo. Alguns pesquisadores se questionam sobre os tipos de mudanças que as tecnologias podem promover na escola, e se perguntam como o uso destas mídias podem modificar o ensino e a aprendizagem de uma dada área do conhecimento? Borba e Penteadó[5] destaca que a sala de aula é justamente um dos últimos recintos em que a tecnologia da informação ainda não adentrou de forma generalizada.

Segundo Kenski [6], a importância é vista como um dos grandes importan para a ação dos professores e também da escola, uma vez que se faz necessário sua permanente atualização para acompanhar suas mudanças. É preciso adequar-se e oportunizar o espaço crítico na escola, para seu uso e apropriação do conhecimento. No entanto, mesmo com a importância desses modelos, há certa importância dos professores em utilizá-los.

Assim, diante dessas observações, surgiu a curiosidade de saber: como os professores de uma escola pública utilizam ou não os modelos didáticos disponíveis no ensino de ciências?

Comprovadamente a utilização de recursos, tais como modelos didáticos, pode incrementar as aulas de Ciências estimulando e motivando os alunos para aprender e construir o conhecimento de uma forma mais eficiente. No processo de atuação docente se explicam as diversas importância da sociedade atual. Ao mesmo tempo em que muitos professores são criticados pelo que fazem dentro da sala, são eles que estão assumindo as mudanças que vem ocorrendo dentro do cenário da educação atual (NICOLA, PANIZ, 2016) [7]

Cavalcante e Silva (2008) [8] destacam que os modelos didáticos proporcionam a experimentação, induzindo o aluno a relacionar teoria e prática. Assim, essa pesquisa torna-se relevante tendo em vista ser importante pesquisar sobre os recursos existentes nas escolas de forma a dar subsídios para que os professores conheçam outras possibilidades, reflitam sobre sua prática e busquem utilizar diferentes recursos que possam proporcionar um aprendizado mais significativo, aliando a teoria e a prática vivenciada no cotidiano dos alunos, principalmente relacionados ao ensino de ciências.

Visando dar suporte a pesquisa detalha-se a seguir os fundamentos teóricos que forma a base da pesquisa.

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, realizada em uma escola da zona rural do município de Beberibe/CE, contou como entrevistada uma professora do Ensino Fundamental, da referida escola. Segundo Oliveira (2000), a pesquisa qualitativa foi considerada um método exploratório que auxilia na pesquisa científica, e destaca ainda que, a ciência introduziu o método qualitativo dentro de uma nova base de concepção teórica, atribuindo-lhe valores fundamentais para o desenvolvimento e consolidação da própria ciência e de diversas áreas distintas.

A escolha por uma pesquisa também de cunho quantitativo, apoia-se nas ideias de Bogdan e Biklen *apud* Borba (2004, p.02)[9], quando destacam que os dados quantitativos podem ser utilizados dentro de uma pesquisa qualitativa:

Embora os dados quantitativos recolhidos por outras pessoas (avaliadores, administradores e outros investigadores) possam ser convencionalmente úteis tal como foram descritos, os investigadores qualitativos dispõem-se à recolha de dados quantitativos de forma crítica. Não é que os números por si não tenham valor. Em vez disso, o investigador qualitativo tende a virar o processo de compilação na sua cabeça perguntando-se o que os números dizem acerca das suposições das pessoas que os usam e os compilam. [...] Os investigadores qualitativos são inflexíveis em não tomar os dados quantitativos por seu valor facial.

Para Gatti (2004)[10], os métodos de análise de dados que se traduzem por números podem ser muito úteis na compreensão de diversos problemas educacionais e , além disso, a combinação de dados quantitativos com dados oriundos de metodologias qualitativas, podem vir a enriquecer a compreensão de eventos, fatos e processos.

Como método de pesquisa, foi utilizado o estudo de caso que permite uma vivência da realidade, já que, com esse método pôde-se coletar os dados a partir de diversas fontes fundamentadas em relatos, documentos e/ou observações. De acordo com Yin (2001)[11], o estudo de caso propõe uma investigação científica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Sua adoção é adequada quando são propostas questões de pesquisa do tipo “como” e “por que”. Portanto, deve ser feito cuidadosamente, principalmente sobre as generalizações que serão feitas a partir do mesmo.

Para a coleta de dados com a professora utilizou-se como técnica uma entrevista estruturada (GIL, 1999, p. 11)[12]. contendo 10 perguntas que versavam sobre a prática docente e a utilização de modelos didáticos.

3. Resultados

As informações e os dados obtidos durante a pesquisa, a partir dos questionários aplicados foram analisados com base na literatura pesquisada.

Por fim, acredita-se que essa metodologia atendeu às necessidades desse estudo, com relação à investigação sobre quais as contribuições que a utilização de modelos didáticos pode trazer para o ensino de Ciências em uma escola pública de Beberibe.

Quando perguntado a professora respondente sobre a seguinte pergunta qual a sua formação e a quanto tempo leciona; Designado como professora de Ciências, revelou que tem 45 anos de idade, é formada em Matemática, possuindo 23 anos de experiência no ensino, sendo que destes, 5 anos são dedicados ao ensino de Ciências. A mesma afirmou que também já lecionou outras matérias, durante todo seu período de trabalho como professora. Foi questionada sobre quais são as metodologias que a mesma costuma utilizar nas aulas de ciências. A professora relatou que usava frequentemente a aula expositiva, mostrando uma tendência tradicional em sua metodologia de ensino. Além disso, afirmou utilizar muito o livro didático e objetos que conseguia levar para a sala de aula, por sua própria conta.

Em seguida, quando perguntada quais os recursos didáticos que utilizava em suas aulas, respondeu: que já fez uso de vídeos e data show, porém, como a estrutura da escola é pequena e pelo fato de só possuir um data show, o mesmo é utilizado por todos os professores, e por essa razão, precisava marcar horário para poder utilizar o aparelho, por esse motivo estava optando ultimamente pelo uso do livro didático.

Professora: “Uso vídeo, data show no caso como só tem um data show, tem que agendar. Hoje, estou usando mais, o livro, algumas figuras que tenho em casa”

Krasilchik (2004)[13] aponta ser importante que ocorram situações diversificadas e interessantes no ensino científico, já que a utilização de estratégias didáticas deve permitir o diálogo entre teoria e prática, construindo assim um caminho no qual envolva o estudante nas aulas contribuindo, para análises e reflexões no processo da construção do conhecimento científico.

Seria importante que a professora utilizasse outros recursos, além do livro didático, buscando estimular nos alunos habilidades cognitivas que proporcionassem aos alunos uma aprendizagem mais significativa. Como se percebe talvez a professora desconheça a importância do laboratório de Ciências como um recurso que estimula e motiva os alunos durante as aulas. As atividades e experimentos que ocorrem nesse laboratório são sem sombra de dúvida, muito importantes para os alunos entenderem melhor os conteúdos pois estarão associando teoria e prática.

Neste sentido, Moraes (2000)[14] afirma que:

As atividades práticas desenvolvidas como investigação podem aproximar o ensino de Ciências do trabalho científico, integrando, além da parte experimental, outros aspectos próprios das ciências, em que teoria e prática constituem algo que se complementa. (MORAES, 2000, p. 205) [14].

Outro recurso apontado pela professora, diz respeito ao giz e lousa. Apesar de ser o método mais utilizado no passado o quadro negro e o giz ainda são utilizados com grande frequência nos tempos atuais. De acordo com Lima (2009) [15], esse recurso surgiu no século XVI, uma época os livros didáticos eram restritos apenas para os professores, pois os alunos não tinham acesso pelo seu alto custo, e desta forma o professor colocava o resumo do livro no quadro para ensinar aos seus estudantes.

Percebe-se que um dos motivos que ocasionam a resistência em utilizar materiais didáticos vem, dentre outras coisas, da insegurança em aplicá-las e do medo de desvincular-se do quadro e do giz. Ao ser perguntado se sabia da existência de modelos didáticos na escola em que leciona, a mesma respondeu que sim, já tinha conhecimento de tais recursos e que até, já chegou a levar alguns modelos para a sala de aula, porém tem receio de usá-los e correr o risco de quebrar, por se tratar de material frágil e caro.

Professora: “Sinto dificuldade principalmente nesses instrumentos de laboratório, sinto até certo receio porque são coisas muito delicadas ai precisa de uma pratica grande, um conhecimento mais elevado pra lidar com ele, e ai certos momentos fiquei mais receoso, vai que quebra alguma peça daquela”.

Ao ser questionado se já utilizou os modelos didáticos em suas aulas, a professora de ciências respondeu positivamente, voltando a mencionar seu receio de usá-los e por ventura chegar a quebrar alguma peça. Comentou também o seu medo de que os alunos perguntassem, principalmente sobre os nomes de partes mostradas, no qual muitas vezes são de difícil memorização, além de nem sempre saber explicar detalhadamente a função de cada um já que sua formação é em outra área (NUNES et al., 2019) [16]. Em seguida, foi pedido para citar alguns dos modelos existentes na escola que já tinha utilizado em suas aulas.

Professora: “Se eu tivesse uma prática, uma formação na área de ciências e soubesse manusear, soubesse os nomes bem direitinhos de cada coisa, claro que era muito mais fácil... ajudaria-me muito, inclusive já levei para a sala o esqueleto e a boca”.

A nova maneira de ensinar e aprender não se resume apenas em um desafio para alunos e professores, acompanha também uma série de adaptações que a escola deve ter para a incorporação, no campo educacional, de novos recursos, tecnologias e metodologias. São muitos os obstáculos, podendo ser enfatizado a falta de formação de professores, a escassez de recursos, carência de modelos curriculares e de tempo para preparar aulas com recursos adicionais, além da falta de motivação dos professores, relata Cavalcante (2008) [17].

Ao ser indagado se, os modelos didáticos poderiam auxiliar a sua prática docente e em caso afirmativo, como isso seria possível, a professora relata que os modelos podem “sim” ajudar o docente, “e muito”, já que quando se utiliza os modelos didáticos nas aulas, existe a necessidade da participação do aluno, onde ele deixa de ser um agente passivo e passa a ser ativo.

Professora: “E muito, não fica naquela questão do aluno só ouvir, ajuda o aluno a participar mais da aula ai ele vai manusear, ele vai pegar, ele vai fazer. Diferente da

gente está só ali na frente falando, lendo mostrando uma gravura que não se mexe. Quando o aluno pega ai é diferente ele tá fazendo a aula acontecer”.

A resposta dada pela educadora, corrobora com a afirmação de Silva (2008) [18], quando diz que , quando o professor utiliza o modelo didático em suas aulas, ele faz com que o aluno tenha uma percepção mais concreta das dimensões do objeto que está sendo observado.

Soares (2010) [19] ao afirmar que o modelo didático torna o aluno uma parte ativa do processo de aprendizagem, acaba concordando com Souza (2007) [20], pois este afirma que, os recursos didáticos são importantes para a assimilação dos conteúdos trabalhados pelo professor, proporcionando ao aluno habilidades de manuseio de objetos diversos, coordenação motora e o desenvolvimento da sua criatividade.

Quando perguntada; se tinha dificuldades em utilizar esses modelos, e em caso afirmativo, quais eram elas, a educadora responde positivamente, dando destaque para sua necessidade de preparação na matéria. Suas maiores dificuldades são justamente a falta de preparação acadêmica na manipulação dos objetos de laboratório, fato esse que seria facilmente sanado se professora tivesse uma formação científica.

Professor: “,,,Senti, principalmente essa de laboratório, eu sinto até certo receio porque são coisas bastante delicadas e ai precisa de uma pratica muito grande, um conhecimento muito grande pra lida com ele e ai certos momentos eu ficava ate meio receoso, por que vai que quebra alguma coisa daquelanessa questão de manipular eu tenho essa dificuldade”.

Por meio dessa fala é possível perceber a falta de subsídios da professora, principalmente porque sua formação acadêmica é voltada para outras áreas do ensino (NUNES et al., 2019)[16]. Por isso ela sente insegurança na matéria que leciona, prejudicando não só sua prática docente, que se limita à aplicação de conteúdos superficialmente, sem aprofundamento, mais também o aluno, pois lhe é negado o conhecimento científico.

Neste sentido Pimentel (1993)[21], afirma que, um bom professor é aquele com formação adequada que conseguiu incluir a compreensão do significado de seu trabalho, encontrando em alguns casos apoio institucional, concretizando uma pratica pedagógica menos alienada e mais eficaz.

4. Conclusões

Partindo do pressuposto de que o ensino de ciências deve fazer parte da formação do cidadão da forma mais significativa possível e ainda que os modelos pedagógicos podem contribuir para tal. A presente pesquisa buscou investigar e compreender qual a percepção que a professora tem sobre a utilização de recursos didáticos durante as aulas de Ciências. Tendo como aspecto relevante da investigação é perceber que mudanças podem trazer esses modelos para o ensino-aprendizagem.

A partir da fala da professora entrevistada, foi possível averiguar, que por não ter formação acadêmica na matéria de ciência, ela não se sente segura para ministrar os conteúdos de Ciências. Isso mostra que a falta de professores com qualificação

adequada, acarreta problemas no processo de ensino aprendizagem, e podem provocar desmotivação e desinteresse dos alunos pelos assuntos abordados.

A entrevista realizada, bem como o levantamento e a catalogação dos modelos didáticos existentes na escola apontaram que, mesmo o colégio tendo laboratório de Ciências bem estruturado, modelos didáticos em boas condições, uma lousa digital, e em quantidade razoável, a falta de interesse da professora em sair da sua zona de conforto ou até mesmo a incapacidade para utilizar os modelos didáticos, resulta em metodologias repetitivas, aulas monótonas e de pouca atratividade, consequentemente deixando os alunos desmotivados e desestimulados.

Percebe-se que, não basta ter um ambiente escolar organizado e de boa infraestrutura. As escolas necessitam de professores qualificados de acordo com a matéria que lecionam e que queiram não só repassar conteúdos obrigatórios, mais sim que os seus alunos aprendam de forma prazerosa.

Os modelos tradicionais de ensino são, na maioria das vezes, a única forma de ensino utilizada pelos professores e, de aprendizagem dos alunos. Entretanto, ao serem apresentados a uma nova metodologia, tal como os modelos didáticos, e recursos tecnológicos os professores conseguem perceber sua importância para o processo de aprendizagem e passam a querer, cada vez mais, que sejam utilizados pelos alunos.

5. Referencias

- [1] M. Krasilchik, O professor e o currículo das ciências. São Paulo (Brasil): EPU, 1987.
- [2] N. Bonetti «O professor de educação infantil um profissional da educação básica: e sua especificidade,» 2006. [En Línea]. *Reunião anual da associação nacional de pósgraduação e pesquisa em educação*. Available: <https://anped.org.br/sites/default/files/gt07-1779.pdf> [Último acceso: 09 10 2020]
- [3] D. C. Souza, G. L. P. ANDRADE, & A. F. Nascimento Júnior. Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito pirâmide ecológica: um subsídio a educação científica e ambiental. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 4(2008), 97-130.
- [4] A. M. D Paz; I. Abegg; J. D. P. Alves Filho; & V. L. B. D. OLIVEIRA. «Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar,». *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 8, n. 2, p. 157-170, 2009.
- [5] BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e Educação Matemática*. 3ª ed. 2ª reimp. - Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- [6] KENSKI, V.M. *Tecnologias e Ensino presencial e a distância*. Campinas, Papirus. 2003.

- [16] A. O. Nunes, A. R. L. Costa, , A. O. Nunes; F. E. M. Costa, <<Contextualizando a óptica para o ensino fundamental>> *Exatas Online*. vol. 10, n. 2, p. 176-192, dezembro 2019.
- [17] D. D. Cavalcante, A. de F. A. Silva, de. Modelos didáticos e professores: concepções de Química, Curitiba, UFPR, Julho de 2008. Disponível em:<<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0519-1.pdf>> Acessado em 09 out. 2015.
- [18] R. M. L. Silva, *Ciência Lúdica: Brincando e Aprendendo com Jogos sobre Ciências*. Universidade Federal da Bahia, 204 p, Salvador: Editora Universitária da UFBA, EDUFBA, 2008.
- [19] M. C. Soares, *Uma Proposta de Trabalho Interdisciplinar Empregando os Temas Geradores Alimentação e Obesidade*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010
- [20] S. E. Souza, O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”, Maringá - PR, 2007.
- [21] M. G. Pimentel, *O professor em construção*. Campinas (Brasil): Papirus, 1993.

Implementación de Realidad Aumentada para la educación de la Química Orgánica

Mario F. Bustillo¹, Liliana Ferrer¹, Silvina Videla¹, Gabriela Ohanian¹, Sergio Vardaro¹

¹ Cátedra de Química Orgánica. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. (Argentina)

mabustillo02@gmail.com

liliana.ferrer@ingenieria.uncuyo.edu.ar silvina.videla@ingenieria.uncuyo.edu.ar
gabriela.ohanian@ingenieria.uncuyo.edu.ar svardaro@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Resumen. En el ámbito educativo de las ciencias, cada vez es más frecuente la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para generar un enriquecimiento y motivación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. A través de la implementación de la tecnología de Realidad Aumentada (RA) como un medio para la comprensión de conceptos de la Química, se planea facilitar el proceso de aprendizaje y enseñanza del estudio de las estructuras de moléculas químicas. Mediante el proyecto, se estima llevar el conocimiento desde una manera más clara, entretenida y fácil de visualizar; para generar una mayor comprensión de los contenidos. Entorno a la aplicación de la tecnología de Realidad Aumentada enfocada a la química, se presenta AUMENTED, una plataforma educativa desarrollada para el dictado de la clase de Química Orgánica, la cual permite la visualización de estructuras tridimensionales de moléculas químicas. La intervención de este material educativo basado en tecnologías de Realidad Aumentada, fomenta una experiencia innovadora que vigoriza el aprendizaje sobre la configuración de moléculas básicas de la química orgánica, que no son perceptibles a simple vista para los estudiantes. Se destaca también que el uso de dispositivos móviles en el proceso de enseñanza y aprendizaje representa una tendencia novedosa, capaz de captar la atención del público joven. Además en el contexto pedagógico, puede utilizarse para complementar los materiales didácticos con modelos virtuales que estimulen la percepción y ayuden a la comprensión de los conceptos científicos.

Palabras clave: Realidad Aumentada. Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Química Orgánica. Innovación Pedagógica.

1. Introducción

En la actualidad, aprender haciendo y adquirir conocimientos partiendo de la experiencia son rasgos a resaltar en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en tal contexto, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se convierten en una herramienta valiosa que potencia este proceso, facilitando la implementación de experiencias de aprendizaje para la comprensión de contenidos abstractos de la

ciencia. Es aquí donde surge la necesidad de implementar las nuevas TIC a diferentes sectores (como el educativo), para responder a las necesidades que determina la población en la actualidad. [1] [2]

Hoy en día existe una tecnología, que hace posible definir una visión del mundo digital directa o indirecta en el mundo real, es la Realidad Aumentada (RA), que es un medio interactivo que añade objetos virtuales a la realidad del usuario, a través de una cámara y observado por medio de la pantalla de la computadora, permitiendo ampliar información de un tema específico. La adopción de tecnologías emergentes y la creación de modelos físicos mediante las tecnologías de RA, constituyen en la actualidad una alternativa para los procesos de enseñanza y aprendizaje. En definitiva, es posible aseverar que nos encontramos con una tecnología que está acercándose fuertemente a los escenarios de formación, sean estos presenciales o a distancia, e independientemente del nivel educativo donde se desarrolle la acción formativa y la disciplina que se imparta. [2] [3]

Tal como expresa [4], la enseñanza de la química enfrenta una serie de retos como la evaluación educativa y la didáctica. Dentro de esta última, se localizan las acciones prácticas, las cuales van de los contenidos a la praxis del estudiante. Estas actividades fenomenológicas recaen, principalmente, en ejercicios prácticos y experiencias. Es aquí donde la RA podría mejorar el acercamiento de los jóvenes a la construcción de un pensamiento científico y, sobre todo, la formación universitaria hacia las ciencias duras en un contexto de innovación tecnológica educativa, sin olvidar el enfoque científico del proyecto hacia las carreras de Ingeniería.

La RA actualmente es considerada una de las más importantes tendencias tecnológicas, ubicándose en un lugar prominente y siendo empleada para complementar, con información o gráficos, entornos reales cuya actividad solo se da mediante otra herramienta tecnológica, como teléfonos inteligentes, aplicaciones web, tabletas con webcam o computadores. [1]

El objetivo general del proyecto es diseñar y desarrollar una plataforma basada en tecnologías de RA, para contribuir de manera significativa en el aprendizaje de las estructuras químicas de algunas moléculas de interés en el dictado de la clase de Química Orgánica, así como innovar en las metodologías de enseñanza y aprendizaje durante el dictado de la clase.

2. Contenido

El proyecto surge a partir de la necesidad de implementar estrategias y herramientas TIC en la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, en el marco del proyecto “Implementación del uso de las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje de la Química Orgánica” (segunda parte). Esto con la finalidad de mejorar el trabajo individual, la autonomía del alumnado, y la posibilidad de modificar y adaptar los métodos de evaluación para mejorar la calidad de la enseñanza.

En el proceso de aprendizaje y enseñanza de la Química Orgánica, se comprobó que los estudiantes presentaban dificultad con ciertos temas básicos que son fundamentales para poder llevar la continuidad de la materia. Uno de los problemas detectados fue la

complicada visualización o imaginación de las estructuras químicas de las moléculas, es por ello que surge la iniciativa de plantear una solución para que este problema se atienda desde el principio. De manera que el estudiante alcance de manera sinérgica una mejor continuidad de la materia.

En la primera etapa del proyecto de investigación “Uso de las TIC como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de Química Orgánica”, realizado en la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo; se llevó a cabo la recolección de datos, a través de sondeos a estudiantes y recopilación de información de las distintas herramientas disponibles para incorporar a la clase. En base a las encuestas realizadas, surgió la necesidad de buscar una nueva metodología, a partir de herramientas didácticas que incluyeran el uso de dispositivos digitales, de manera que usen el celular en clase y le genere más entusiasmo a los estudiantes.

Por lo expuesto, surge la idea de diseñar, desarrollar e implementar una plataforma educativa apoyada en la tecnología de RA, que permita enseñar conceptos de la Química Orgánica de forma novedosa, simple y entretenida. Lo que se busca es mejorar la motivación, estimulación e interés de los estudiantes a adquirir conocimiento, y profundizar en conceptos y teorías más avanzadas de la materia, por ello se plantea AUMENTED – Realidad Aumentada.

AUMENTED es una plataforma educativa basada en la tecnología de RA, que incluye los conceptos teóricos y pedagógicos necesarios para ser utilizada en el nivel educativo correspondiente. La plataforma permite la visualización de moléculas de Química Orgánica mediante el uso de RA.

Al igual que [2], el proyecto incorpora las tecnologías de RA en el campo educativo, ofreciendo un valor agregado que permite generar y captar el interés por parte de los estudiantes hacia las áreas del saber, de esta forma las asignaturas en las cuales un estudiante tenga dificultades de aprendizaje, se tornarán interactivas, facilitando así la comprensión y aprendizaje de un tema particular.

A partir de estos aspectos, el enfoque del trabajo es destinado al proceso de diseño e implementación de tecnologías disruptivas enfocadas a la enseñanza de la Química enriquecidas con el uso de la RA, destinado al desarrollo del proceso de aprendizaje en la Química dirigido a las carreras de Ingeniería.

2.1. Implementación de Realidad Aumentada

En la enseñanza de la Química universitaria son comúnmente empleados los programas de modelación molecular y las bases de datos. Por otra parte, se encuentran relativamente pocas aplicaciones de la RA en la enseñanza de la Química en comparación con otras áreas del conocimiento. Quizás esto último se deba a que resulta poco visible, en la bibliografía revisada, un vínculo entre lo ampliamente conocido (programas de modelación molecular y las bases de datos) y la tecnología de RA a pesar de las ventajas demostradas en otras áreas. [5]

Luego de una serie de pruebas con distintas plataformas existentes en el momento, las cuales permitían el uso de RA, se decidió crear una plataforma que incluyera los modelos tridimensionales de las moléculas químicas orgánicas que puedan representarse empleando la RA. El tipo de plataforma desarrollada es de estilo WebAR, que consiste en un navegador web que da acceso a la RA.

La integración de este tipo de plataforma fue un desafío y una oportunidad que permitió presentar al estudiante contenidos altamente interactivos que responden a sus expectativas y necesidades con el fin de que puedan interpretar los contenidos, relacionarlos con el mundo real y evolucionar de la visualización y uso de información desde contextos en 2D (p. ej. Libros de texto) hacia uno de 3D (p. ej. Manipulación, interacción, perspectiva, complejidad, integración, etc.), construyendo así puentes entre la teoría y la experiencia práctica (modelización). [6]

2.2. Arquitectura de la plataforma de Realidad Aumentada

La integración entre el mundo real (físico) y el mundo virtual es el objetivo principal de la tecnología de RA. Para el desarrollo de la plataforma de RA se implementaron los softwares de open source AR.js y A-FRAME, los cuales son los que permiten la visualización de la RA de las moléculas. Estos softwares tienen la ventaja de su versatilidad para funcionar y ser compatible en gran mayoría de navegadores web y sus versiones.

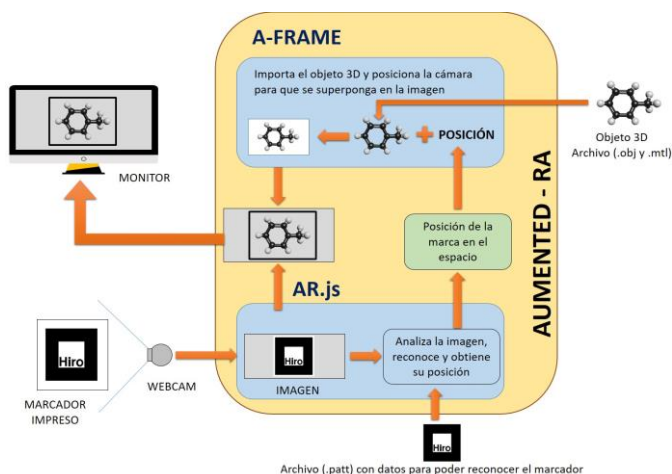


Fig. 1. Arquitectura de la plataforma de AUMENTED.

Así, para que la RA pueda reproducirse, el flujo de procesos que se ejecutan (ver Figura 1) son los siguientes:

1. Se parte de un marcador, el cual es una imagen en la que se superpondrá el objeto 3D cuando sea reconocido por el software de RA (Figura 1-A). Esta imagen funciona como referencia para la interpretación y creación del objeto virtual.
2. La cámara web del dispositivo toma una imagen. (Figura 1-B)
3. La imagen captada es leída por el software de AR.js (Figura 1-C)
4. El software de AR.js analiza la imagen para obtener los puntos clave visuales (contraste, la cantidad de líneas, los cambios de textura, etc.) en busca de posibles marcas captadas en el marcador. (Figura 1-D)
5. Si encuentra una marca, la compara con las del marcador para ver si es una de las marcas que busca. Las marcas del marcador son un archivo con formato .patt, que se obtuvo cuando se creó el marcador. (Figura 1-E)

6. Si la marca coincide con el marcador, obtiene su posición (X, Y, Z) y Rotación. Guarda la posición en una variable. (Figura 1-F)
7. A-FRAME importa el objeto 3D (archivo .obj y .mtl) (Figura 1-G)
8. A-FRAME coloca la cámara virtual según la posición anteriormente guardada (figura 1-H). Se superpone la imagen digital que se crea a partir de un modelo 3D sobre la imagen de la cámara y el objeto se posiciona sobre la marca del marcador. (Figura 1-I)
9. La imagen que se muestra en el dispositivo móvil es la unión de la imagen virtual y el modelo 3D. (Figura 1-J)

El resultado de este proceso, es la plataforma de AUMENTED, que devuelve los modelos tridimensionales de las estructuras químicas de las moléculas a través de una pantalla mediante el uso de RA.

El proceso por el que se produce la RA es bastante sencillo de entender y está integrado por los elementos descritos en el apartado anterior. Al disponer de un dispositivo con acceso a la plataforma de AUMETED, el primer paso sería ingresar a la plataforma web en cuestión. Luego, enfocar con la cámara del dispositivo la realidad física sobre la que queremos obtener la información adicional y capturarla, es decir, enfocar al marcador que dispara y ejecuta la RA. De forma inmediata y tras la transformación de los datos por parte del software de la plataforma, la pantalla del dispositivo mostrará la información adicional que conlleva asociada la realidad que ha sido capturada por la cámara.

De esta manera, para la interacción con la plataforma web no se requiere instalar ninguna aplicación o programa adicional para su uso. Además, posee una interfaz de sencilla comprensión e intuitiva al usuario.

2.3. Procedimiento para el desarrollo e implementación de experiencia incorporando Realidad Aumentada

La ejecución e implementación del trabajo de investigación se dividió en seis fases:

1. Selección de los temas y tipología de las clases donde se aplicará la RA.
2. Selección de los objetos a representar.
3. Construcción de los objetos tridimensionales y conversión a la plataforma de RA.
4. Instrucción y tutoría de la plataforma de RA.
5. Aplicación de RA en el proceso docente.
6. Validación de la aplicación mediante encuesta a los estudiantes.

En la primera fase, se seleccionó como grupo muestra a todos los estudiantes de segundo año de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Petróleos de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cuyo. Quienes cursaron la materia de Química Orgánica, dictada en el segundo semestre durante el año electivo 2020 y 2021.

Mientras tanto, en la segunda fase se comenzó con una revisión del programa del dictado de la clase. La asignatura consta de cinco unidades temáticas; los grupos funcionales y macromoléculas. De estos temas, se escogieron las moléculas representativas de interés de la clase pertenecientes a cada tema y se realizaron los modelos tridimensionales. Principalmente se seleccionaron moléculas de los grupos funcionales por considerarse que la comprensión de las estructuras y los conceptos

estudiados, se vería favorecida con el empleo de la tecnología de RA. Los temas teóricos-prácticos tratados fueron:

1. Hidrocarburos. Compuestos Aromáticos
2. Compuestos Oxigenados
3. Compuestos Halogenados
4. Compuestos Nitrogenados
5. Macromoléculas. Polímeros. Lípidos. Aminoácidos. Carbohidratos

Luego, en la tercera etapa para la creación de los modelos tridimensionales, se parte de la representación estructural de cada molécula (figura 2-A). Estas representaciones se ingresan al programa Chem3D v17.0 para obtener un modelo tridimensional de la molécula, de manera que se obtiene un archivo con formato Protein Data Bank (.PDB) (figura 2-B). Luego se importa este archivo al programa Blender v2.82 para convertir el formato del archivo y obtenerlo en formato OBJ (.obj) y MTL (.mtl). Posteriormente se suben ambos archivos (.obj y .mtl) al repositorio de modelos de las moléculas químicas de la plataforma y se añaden las líneas de código correspondientes al código de la plataforma. Una vez realizado esto, se obtiene un modelo tridimensional de la molécula que se logra visualizar mediante la tecnología de RA en la plataforma de AUMENTED (figura 2-C). Este proceso se repitió con cada molécula.

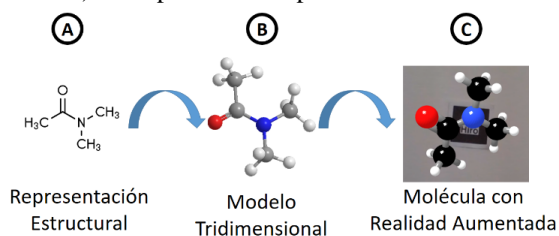


Fig. 2. Secuencia de pasos para la incorporación de una molécula a la plataforma de AUMENTED. Molécula de Dimetilacetamida

Sin embargo, en la mayoría de los casos fue necesario superponerles elementos construidos en el programa Blender, que representan aromaticidad y enlaces múltiples, los cuales se pierden en el proceso de conversión de formatos de archivos. Esta metodología es extensible a otras fuentes de modelos moleculares, ya que los softwares de código abierto permiten archivos con formato OBJ (.obj) y GLTF (.gltf). Además pueden ser usados otros programas de diseño gráfico tridimensional similares a Blender.

En la cuarta fase, previo a la implementación de la plataforma de RA en el dictado de la clase, se entrenó al equipo de la cátedra de Química Orgánica sobre el uso de la plataforma. Luego, durante el comienzo del cursado, los estudiantes fueron instruidos sobre el uso de la plataforma de AUMENTED, la cual fue empleada como gestor de la tecnología de RA. También se les explicó el objetivo del proyecto y los elementos básicos a considerar en el diseño de los insumos digitales. Se les da a conocer una nueva aplicación de la RA en escenarios formativos y sus posibilidades pedagógicas en contextos educativos.

Durante la quinta fase, a lo largo del cursado como parte de la metodología de evaluación continua, se propusieron actividades evaluativas dentro de los trabajos prácticos. Se les presentó a los estudiantes un listado de moléculas disponibles en la

plataforma de AUMENTED y se les pidió identificar en cada caso el tipo de isomería estructural que presentaban. Para resolver la consigna debían obtener la fórmula molecular; identificar si presentaba isomería de cadena, posición y/o función; escribir al menos un isómero de cada tipo encontrado y nombrar cada uno de ellos. Así como la estructura en 3D de la molécula. La actividad se hizo de manera sincrónica y a distancia con pequeños grupos de estudiantes. Posteriormente, se discutieron las moléculas asignadas, se corroboraron las respuestas y se resolvieron dudas respecto a los temas tratados. En la Figura 3 se muestran algunas carátulas de los trabajos presentados por los estudiantes.

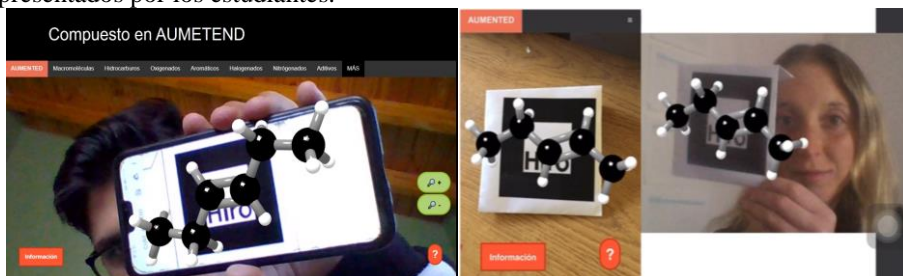


Fig. 3. Carátulas de trabajos finales presentados por los estudiantes utilizando la plataforma de AUMENTED (Año electivo 2021).

Finalmente, en la fase de evaluación y validación del proyecto, al finalizar el cursado se aplicó una encuesta de satisfacción de las tecnologías implementadas durante el cursado en contexto de pandemia, una de ellas la de RA. La actividad fue de carácter individual.

2.4. Otras recomendaciones generales

Desde el equipo de investigación, se considera que el uso de las TIC por sí mismas no garantiza la adquisición de conocimientos, si no que resulta necesario pensar estrategias que las incluyan para motivar, estimular y retener al estudiantado en esta nueva modalidad, así como mejorar las condiciones de aprendizaje en la Química. Además, fortalecen el desarrollo de aptitudes de trabajo colaborativo, no sólo en el aula universitaria sino también a nivel de preparación para el mundo laboral, de esa forma adquieren otras capacidades que forman al perfil del ingeniero, como competencias tecnológicas, pensamiento crítico, capacidad para aprender en forma continua y autónoma.

3. Resultados parciales

Durante el análisis de la experiencia didáctica de la plataforma de realidad aumentada con el alumnado universitario se ha evidenciado como resultado que el uso de la plataforma potencia escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos. También contribuye a una educación más abierta y creativa.

En la implementación del proyecto se evidenció gran agrado e interés de los estudiantes, al conocer el cambio en el paradigma de aprendizaje, haciendo uso

de un teléfono móvil que permitió tener una mejor experiencia educativa al interactuar con objetos de tercera dimensión multimedia que se despliegan en la pantalla del dispositivo móvil al enfocar el marcador de RA, mostrando características relevantes de las moléculas químicas. De manera que la RA permitió una mejor conexión entre los aspectos teóricos y la experiencia práctica.

Como estrategia didáctica para el grupo experimental, que durante la observación pudo dar cuenta de cómo los estudiantes tomaron una postura atractiva sobre el objeto de RA, se evidencia la incidencia de captar el interés del estudiante, además de contribuir de manera significativa en el aprendizaje de la configuración estructural y molecular de compuestos químicos. Si bien fue evidente el entusiasmo que presentaron los estudiantes ante los recursos de RA trabajados, se les hizo una pequeña encuesta a fin de determinar individualmente que era lo que más destacaban de la experiencia realizada.

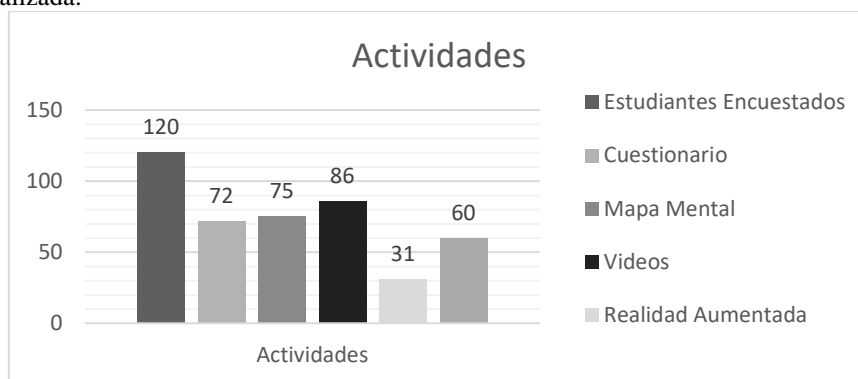


Fig. 4. Gráfico de resultados de las encuestas de validación de actividades semestrales (2020).

Dado los resultados en las encuestas de validación de las actividades de las tecnologías que se implementaron durante el dictado de la clase de Química Orgánica en el segundo semestre del año electivo 2020 (ver Figura 4). Se observa que respecto a las actividades pedagógicas en las que se implementó la tecnología de RA no fue del todo conveniente para fijar conocimientos de manera eficiente. Por lo tanto, para el próximo semestre en que se dicte la asignatura, se deberá replantear una nueva actividad evaluativa que incluya la tecnología de RA y que de la misma manera cumpla los lineamientos de evaluación de la asignatura. Al ser la implementación de RA reciente en el campo de las ciencias, se encuentra la dificultad de la existencia de pocas fuentes bibliográficas de materiales educativos y experiencias educativas para su incorporación a la enseñanza, por lo que será un perfeccionamiento y mejora continua la implementación de esta tecnología en el dictado de la clase.

4. Discusión y conclusiones

Mediante el proyecto, se pretendió lograr la incorporación de la aplicación de la tecnología de RA a la química para esclarecer la interacción de los elementos y sus aplicaciones con el fin de generar talleres que complementen el aprendizaje así como

también un aprendizaje tecnológico que ayude a los alumnos a familiarizarse con la tecnología e informática en general, así como generar experiencias de aprendizajes a los estudiantes. Se trató de llevar el conocimiento desde una manera más clara, entretenida y fácil de visualizar; para generar una mayor comprensión de los contenidos.

La RA es una tecnología con un futuro prometedor, dado que posee la capacidad de enriquecer elementos de la realidad con información detallada pudiendo aplicarse en ámbitos muy variados.

Estamos de acuerdo con [6] en que el desarrollo de esta innovación en la docencia puede contribuir a la retención y promoción de estudiantes, la apropiación y la comprensión de contenidos científicos de alta abstracción, y la promoción de habilidades cognitivas espaciales en los estudiantes.

Específicamente en el caso de la química, es posible explorar estructuras de la materia que en un entorno 2D no sería posible visualizarlas fácilmente. Coincidimos con [7] en que la riqueza de esta tecnología brinda a los estudiantes la posibilidad de ver una molécula desde todos sus ángulos, visualizar cómo se organizan los átomos en un elemento, de qué manera se llevan a cabo los enlaces hasta comprender conceptos químicos más abstractos. Con ello, se estimula la creatividad de los estudiantes y su interés al involucrarse en sus procesos de aprendizaje.

Estamos de acuerdo con [8] que aumentar las habilidades de los alumnos a través de nuevas tecnologías resulta ser una situación muy beneficiosa al momento de ilustrar ramos complejos como lo son las ciencias, esto va en específico al desarrollo de las destrezas de formación de los estudiantes, además de incentivar el gusto por la química por medio de metodologías más afables, se aportará al desarrollo tecnológico del país generando nuevas competencias en los alumnos, favoreciendo el autoaprendizaje y el entendimiento de la química de una manera más didáctica y enriquecedora.

Sin embargo el desafío de incorporar la RA en los contextos educativos, implica la voluntad de centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante, en sus intereses, en situaciones relevantes y directamente relacionadas con su vida real, lo cual supone un cambio en los planteamientos pedagógicos que exigen el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos capaces de facilitar los nuevos procesos. Para ello, se requiere conocer y aprender a utilizar estas herramientas, para luego mediar el contenido de su disciplina desde una mirada pedagógica – didáctica, pudiendo vislumbrar las posibilidades educativas de la RA para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje; brindando escenarios para explorar, interactuar y relacionarse con su entorno, generando recursos y conocimientos de manera creativa y lúdica. [9]

5. Agradecimientos

Este trabajo pertenece a uno de los proyectos de investigación de tipo I con resolución N°4142, financiados por la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrados (SIIP) de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).

A los miembros y coautores del proyecto de Investigación: “Uso de las TIC en el proceso de aprendizaje-enseñanza en la Química Orgánica” (segunda etapa) (2019-2021), y miembros de la cátedra de Química Orgánica de la Facultad de Ingeniería,

Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo); por la incorporación de la plataforma en el transcurso del desarrollo del proyecto y dictado de la clase de Química Orgánica (año electivo 2020 y 2021).

A los estudiantes de Ingeniería et al que formaron parte del grupo muestra, por su participación en la prueba piloto y validación de la plataforma de realidad aumentada aplicada a la Química Orgánica.

6. Referencias

- [1] Cárdenas Ruiz, H. A., Mesa Jiménez, F. Y., & Suarez Barón, M. J. (2018). Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Revista Educación Y Ciudad*, (35), 137-148. [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n35.2018.1969>
- [2] Ramos Geliz, F. (2015). Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la química del carbono soportado en dispositivos móviles y realidad aumentada. Repositorio Digital de Universidad Nacional Autónoma de México [Online]. Disponible en: <https://repositorial.cuaieed.unam.mx:8443/xmlui/handle/20.500.12579/3950>
- [3] Cabero Almenara, J., y Puentes Puente, A. (2020). La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. *AULA, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 66 (2), 35-5. [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.33413/aulahcs.2020.66i2.138>
- [4] Cerillo, S. R. (2020). Realidad aumentada y aprendizaje en la química orgánica. *Revista Apertura*, 12(1), [pp.] 106-117. [Online]. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- [5] Martínez-Hung H. (2017). Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Revista Cubana de Química* [Online]. 29(1), 13-25. [Online]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-54212017000100002&lng=es&nrm=iso
- [6] Merino, C. (2014). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química* 26(2), 94-99. [Online]. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/52916>
- [7] Urzúa Reyes, M. D. (2021). Realidad aumentada para el aprendizaje de la química. *Sarraute Educación*. [Online]. Disponible en: <https://sarrauteduccion.com/2021/03/23/realidad-aumentada-para-el-aprendizaje-de-la-quimica/>
- [8] Araya Poblete, E. M. (2016). APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA CON REALIDAD AUMENTADA. Sistema de Biblioteca PUCV. [Online]. Disponible en: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCD6685_01.pdf
- [9] Guerrero, A. M. J. (2017, 17 octubre). Realidad aumentada, realidad virtual e interacción tangible para la educación. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de La Plata. [Online]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/62975>

El desempeño de estudiantes de ingeniería civil, de la FCEIA en 2019 y en 2020

Verónica M. Relling¹, María E. Disetti¹, Cristina S.Rodríguez¹, Lautaro Bosco¹

¹ Grupo de Investigación de Educación en Química. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura . Universidad nacional de Rosario (Argentina)

vrelling@fceia.unr.edu.ar, eugeniad@fceia.unr.edu.ar, cristina@fceia.unr.edu.ar,
lbosco@fceia.unr.edu.ar

Resumen. En base a estudios previos sobre la actuación de estudiantes en Química en FCEIA, y para comprender parte de este fenómeno, interpretar mejor esta realidad e intervenir en ella, es que se describe el desempeño de los estudiantes de la carrera más numerosa, Ingeniería Civil (IC). Con metodología cualitativa y estadística descriptiva en 2019 y 2020, los resultados dan cuenta del desempeño de los estudiantes en presencialidad y pandemia, de las causas posibles de la repetencia en presencialidad plena, y la valoración de la propuesta presentada en 2020. En contexto de pandemia, disminuidas las instancias obligatorias y, con amplia oferta de actividades no obligatorias, la ventaja de la flexibilidad que ofrece la virtualidad para autogestionar aprendizajes no se advierte. El porcentaje de estudiantes que acredita es muy bajo, y se acentúa en el primer cuatrimestre. Los nuevos desafíos, luego de un año de educación en pandemia, llevan a buscar nuevos caminos. Por un lado, incentivar el trabajo en grupo y aumentar las actividades centradas en el estudiante de forma tal de fortalecer la autogestión de aprendizajes y por el otro el desarrollo de un currículo adaptado a nuevos escenarios y/o un curso de nivelación introductorio al inicio del cursado que impactarían positivamente sobre las causas de recursado más nombradas por los estudiantes.

Palabras clave: Química, Estudiantes de Ingeniería Civil, Presencialidad plena, Aislamiento, Desempeño.

1. Introducción

La carrera de ingeniería Civil (IC) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) se dicta en la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) siendo una de las carreras de ingeniería de mayor matrícula. Está prevista para realizarse en 5 años, constituidos por 10 cuatrimestres. El régimen de cursado permite recurrir las asignaturas en cuatrimestres posteriores si es que no se acredita en un cuatrimestre.

Química se dicta en el primer cuatrimestre del segundo año de la carrera, con una oferta educativa que contempla actividades de aula y laboratorio, siendo estas últimas obligatorias y con aprobación. Estas actividades denominadas 1era Evaluación (1°Ev) y Trabajo Práctico (TP) constituyen requisitos necesarios para rendir la Evaluación de Acreditación (2°EvA), que es globalizadora y cuya aprobación genera

automáticamente la acreditación de la asignatura. Tanto la 1ªEv como la 2ªEvA poseen un recuperatorio cada una, como así también se puede recuperar algún TP. El aula de química es compartida por estudiantes tanto ingresantes como recursantes y además los estudiantes de IC comparten el aula con estudiantes de todas las Ingenierías, ya que Química es una asignatura común para todas ellas.

Una investigación [1] finalizada en diciembre de 2018, permite conocer parte del desenvolvimiento de los estudiantes que cursaron en diferentes cuatrimestres durante el periodo 2015-2017. Aproximadamente un 25% del total de inscriptos (en promedio 400 estudiantes por cuatrimestre) promocionan la asignatura es decir adquieren las competencias propuestas con altos niveles de logro. En la carrera de IC cursan en promedio 150 estudiantes por cuatrimestre y se observa que también entre 25-30 % de ellos logran la promoción directa, situación que genera deserción y repitencia. En el año 2019 se acredita el proyecto (2019-2021), marco del estudio que aquí se presenta con el objetivo de comprender parte de este fenómeno educativo. Considerando que el desempeño de los estudiantes contempla la actuación en aula y laboratorio y las calificaciones en las evaluaciones, durante el año 2019 se realiza una descripción del desempeño de los estudiantes. Al comenzar el 2020 se propone estudiar el desempeño de los estudiantes de IC que ingresan al curso de Química (primer cuatrimestre 2020).

Al poco tiempo, el aislamiento genera una real parálisis de desempeño de docentes, investigadores y estudiantes. Las prioridades de los docentes, produce la interrupción abrupta de los trabajos de investigación para dedicar todo el tiempo a resolver una situación inesperada que requiere una adaptación a la modalidad remota. El esfuerzo para utilizar los escasos recursos tecnológicos disponibles es extraordinariamente grande pues, si bien el conocimiento didáctico del contenido (CDC) es necesario, no es suficiente para brindar una formación eficaz requiriéndose del conocimiento tecnológico del contenido. Enfrentar de inmediato la salida del paradigma de bienestar, bajo el cual es utilizado un recurso “estable en el tiempo” como un pizarrón [2], al paradigma de la incomodidad, produce un verdadero desafío. Sin embargo, el sentido de “supervivencia” hace que los primeros sentimientos y la debilitada creatividad queden como anécdota y los docentes comienzan a ser creadores de los propios recursos. La utilización de las herramientas de la plataforma Moodle, sostiene la continuidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje. En cuanto a la investigación educativa se toman decisiones acordes a la situación y se postulan nuevos objetivos. En esta oportunidad se describen los aspectos más sobresalientes del desempeño de los estudiantes de IC en la presencialidad (2019) y en pandemia (2020), considerando “desempeño” a la actuación o desenvolvimiento de los estudiantes en las actividades obligatorias y sus calificaciones.

2. Contenido

2.1. Objetivos

Describir el Desempeño en Química de estudiantes de IC durante el año 2019 y 2020.

2.2. Metodología

Es un estudio descriptivo con metodología cualitativa y estadística descriptiva de la actuación académica de estudiantes de ingeniería civil en cuatrimestres del 2019 y 2020. Al iniciar cada cuatrimestre los inscriptos pueden agruparse en: ingresante (I) son estudiantes que se inscriben por primera vez a la asignatura y recursantes (R) son aquellos estudiantes que por diversos motivos en cuatrimestre anteriores abandonaron o no aprobaron.

2.3. Contexto

Año 2019 (presencialidad plena) actividades de la oferta académica

En cada cuatrimestre y a lo largo de dieciséis semanas, se proponen cuatro instancias de aprendizaje no obligatorias semanales, seis TP, que en la presencialidad son actividades experimentales en el laboratorio, y dos evaluaciones individuales. Las condiciones para acceder a la 2ºEvA son: 80 % de TP Aprobado y 1ºEv aprobada. Para las 1ºEv y 2ºEvA se preparan cuestionarios con 5 problemas cuya resolución completa debe estar acompañada de textos justificativos y argumentativos. Aprobar las evaluaciones requiere una calificación de 60 puntos o más en cada evaluación o su recuperatorio y la calificación final es un promedio de las calificaciones de ambas evaluaciones. La 2ºEvA o su recuperatorio puede rendirse en los 5 llamados a examen luego de las 16 semanas y es una evaluación globalizadora.

Año 2020 Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO).

Condiciones para acceder a la Evaluación de Acreditación.

Primer cuatrimestre: A partir de la octava semana que es la mitad del cuatrimestre, se desarrollan dos instancias de aprendizaje semanales sincrónicas, no obligatorias, supervisadas por un docente. No se realizan laboratorios ni TP. Desde el primer día de ASPO, y para mantener un vínculo con los estudiantes se utiliza, la plataforma Moodle a través de la cual, semanal y ordenadamente, de acuerdo a un cronograma, se proponen actividades y material de estudio. El material ofrecido incluye: bibliografía, guías de estudio, ejercicios resueltos, presentaciones audiovisuales, links relevantes y simulaciones. Las actividades de Autoevaluación, en forma semanal, y la Evaluación de Acreditación solamente en dos mesas de examen, se presentan en formato "Cuestionario" de la plataforma Moodle. Foros y Chats se emplean para consultas asincrónicas, mientras que por plataforma Meet se convoca a consultas sincrónicas. No se exige ninguna condición especial para poder acceder a la única Evaluación de Acreditación o su recuperatorio que se puede rendir en solo dos oportunidades.

Segundo cuatrimestre: Se desarrollan tres instancias sincrónicas de aprendizaje semanales no obligatorias supervisadas por un docente (construcción de marcos conceptuales, resolución de problemas, taller). Se programan tres TP como actividades obligatorias asincrónicas y con evaluación que consisten en cuestionarios de Moodle. La aprobación de los TP es condición para acceder a la única Evaluación de Acreditación. Con la totalidad del plantel docente participando de encuentros sincrónicos, se ofrecen catorce horarios semanales entre los que cada estudiante puede optar. Empleando plataforma Moodle, se conserva el material de estudio mencionado, las actividades de Autoevaluación, y se mantienen Foros, Chats y plataforma Meet para consultas asincrónicas y sincrónicas. Para acreditar la asignatura se amplía a cinco el número de mesas para poder rendir la Evaluación de Acreditación, que consta de un cuestionario Moodle de recorrido secuencial que significa que una vez generada una respuesta se avanza a la pregunta siguiente y no es posible volver a la pregunta

anterior. Dicho cuestionario está constituido por preguntas de opciones múltiples y de tipo ensayo utilizando el editor que la plataforma dispone para generar una respuesta. Para aprobar esta Evaluación de Acreditación o su recuperatorio se debe obtener una calificación de 60 puntos o más.

2.4. Recolección de la información

Se emplean diferentes fuentes como: a) Archivos internos de asistencia y calificaciones a actividades obligatorias, b) Sistema de Información Universitaria (SIU GUARANÍ): permite conocer cantidad de estudiantes inscriptos (actas de inscripción a la asignatura) y cantidad de estudiantes que promueven la asignatura (actas de examen) y c) Plataforma Moodle: donde se obtienen datos sobre la participación de estudiantes en actividades propuestas (cuestionarios-encuestas).

2.5. Instrumentos

En esta etapa del estudio se presenta un cuestionario como instrumento de recopilación de información, como “conjunto limitado de preguntas mediante el cual el estudiante puede informar sobre sí mismo y/o sobre su entorno” [3]. De acuerdo a Fernández Sampieri [4] “un cuestionario obedece a diferentes necesidades y a un problema de investigación, lo cual origina que en cada estudio el tipo de preguntas sea distinto”. Para esta investigación se incluyen dos tipos de preguntas, cerradas y abiertas. *Preguntas Cerradas*: las de opción múltiple incluyen varias opciones de respuestas que son definidas a priori y el estudiante elegirá aquella que describa más adecuadamente su respuesta. Asimismo, para recoger todas las posibles respuestas, se ofrecen preguntas con varias opciones (no mutuamente excluyentes) para seleccionar más de una. *Preguntas abiertas*: sin opciones preestablecidas, proporcionan una información más amplia y son particularmente útiles porque en esta investigación no se posee información sobre las posibles respuestas de las personas o es insuficiente, pero es muy útil particularmente porque se desea conocer que piensan los estudiantes sobre una situación particular. Las dificultades para responder estas preguntas hacen que escaso número de estudiantes logren responderlas [4].

2.5.1. Cuestionarios -Encuestas

Año 2019

Encuesta N°1/2019: Dirigida a recursantes. Con el objetivo de conocer los motivos del abandono y desaprobación de la asignatura que conlleva a gran número de estudiantes cursar nuevamente en el siguiente cuatrimestre. Se presenta en formato papel, se aplica al finalizar el segundo cuatrimestre 2019. Está constituida por preguntas cerradas sobre la actuación personal en Química, y de opciones múltiples para relevar la opinión sobre los motivos más relevantes que llevan al recursado.

Encuesta N°2/2019: Dirigida a ingresantes al curso de Química en el 1er cuatrimestre que acreditan la asignatura en el mismo cuatrimestre, para caracterizar al grupo (antecedentes académicos, modo de estudio y otros), obtener recomendaciones, para nuevos ingresantes a Química y conocer la contribución de la asignatura para el cursado en el ciclo superior. Se aplica por formulario GOOGLE en el año 2021.

Año 2020

Se aplican dos encuestas, voluntarias, anónimas vía plataforma Moodle.

Encuesta N°1/2020: Se aplica al finalizar el 1er cuatrimestre 2020 plena pandemia. Son preguntas cerradas y abiertas según tres dimensiones: *personal* (carrera, año de ingreso, actividades de química previas, acreditación en primer cuatrimestre 2020); *oferta didáctica* (opinión sobre los recursos, las actividades ofrecidas para el aprendizaje, el acompañamiento docente y propuesta de mejora); *emociones* (sentimientos y vivencias relacionados con pandemia y ASPO).

Encuesta N°2/2020: Se presenta al finalizar el 2do cuatrimestre 2020. Son preguntas cerradas y abiertas según tres dimensiones: *personal*; *oferta didáctica*; *modalidad de estudio en pandemia* (relacionada con la adaptación a la pandemia y al ASPO: carga horaria, individual o grupal, medio de comunicación con pares).

Para recoger opinión sobre cada una de las actividades y recursos, de la *oferta didáctica*, tanto en la encuesta N°1/2020 como en la N°2/2020 se plantean dos tipos de preguntas: varias preguntas cerradas de opciones múltiples, expresadas en términos de valoraciones positivas, negativas y neutras (pueden seleccionarse más de una) y una pregunta abierta en donde redactar opinión. Para la dimensión *emociones* en la encuesta N°1/2020, se ofrecen preguntas abiertas cuyas respuestas son palabras aisladas relacionadas con pandemia y aprendizaje de Química. Se analiza la frecuencia de aparición de las palabras expresadas. Para la dimensión *modalidad de estudio* en pandemia en la encuesta N°2/2020, se plantean preguntas de opciones múltiples mutuamente excluyentes.

3. Resultados

Año 2019: Al comenzar el 1er cuatrimestre los inscriptos son 151 estudiantes de IC. La composición del grupo al comienzo de la cursada: el 50% de la población de IC son recursantes. Al finalizarlo, el 36 % del total de inscriptos de IC Acredita y de los ingresantes solo el 20%. El 64% restante está constituido por estudiantes que, no poseen las condiciones para rendir 2°EvA o, estando en condiciones no se presentan a rendir (Abandonan) o, se presentan, pero no Acreditan. Al comenzar el 2do cuatrimestre los inscriptos son 118 estudiantes de IC. En cuanto a la composición del grupo al comienzo de la cursada se observa que aproximadamente el 64% de la población de IC son recursantes. Al finalizarlo, el 30% del total de inscriptos de IC, Acredita, y de los ingresantes solo el 8%. El 70 % restante está constituido por estudiantes que, No acredita (30%) y 40% Abandona la cursada.

Encuesta N°1/2019: 51 estudiantes participan voluntaria y anónimamente.

Actuación personal en Química: el 39 % de las personas encuestadas, inscriptos en la carrera en el año 2018, cursan Química en el tercer cuatrimestre acorde al Plan de Estudio de IC. El 61 % restante recursan Química, algunos habiendo realizado laboratorios y/ o evaluaciones y otros habiendo abandonado al principio de la cursada.

Las causas de la repitencia se pueden observar en fig.1. En otras causas (fig .1.) se incluyen cuestiones laborales, priorizar otras asignaturas; pocas oportunidades para rendir la 2°EvA, alta complejidad de la 2°EvA.

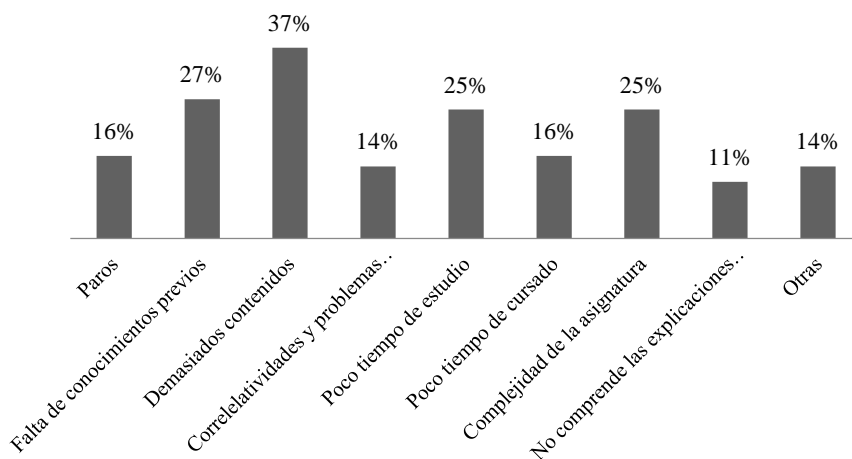


Fig. 1. Causas de recusado

Encuesta N°2/2019: **9 ingresantes que acreditan Química en el primer cuatrimestre** 2019 responden la encuesta voluntaria y anónimamente. El 100 % de las personas encuestadas posee todas las Actividades Curriculares de primer año aprobadas. El 55,6% estudia en grupo de entre 4 y 6 estudiantes, 33,3 % en pares, 11,1% lo hace en forma individual. El 44,4% considera muy alta la Contribución de las actividades en laboratorios TP para comprender los temas. Al ser aplicada en 2021 las personas encuestadas están cursando el cuarto año de la carrera (7mo cuatrimestre). Al consultarles: “¿Aplicaste conocimientos disciplinares en el ciclo superior? ¿En qué asignatura?” En todos los casos la respuesta fue *Sí*. La asignatura más nombrada es *Materiales* (75%) seguida por *Geología* (25%). Al solicitarles: “Indica 3 términos químicos que empleas en el ciclo superior.” El término que aparece con más frecuencia es *carbonatación* (20%) seguido por *enlaces* y *oxidación* (10% cada uno), Al solicitarles “Escribe palabras que relacionas con tus vivencias al cursar química.” *Laboratorios* es el término que aparece con mayor frecuencia (20%). Al solicitarles “En tu experiencia que sugerencia o recomendación le darías a un estudiante que recién ingresa a cursar química” las recomendaciones ofrecidas son: asistir clases: “*Realizar los talleres desde el primer día*” “*Las clases de práctica son fundamentales*”. “*Y en las clases en general, se da énfasis a los conceptos/temas/ejercicios más importantes*” y llevarla al día, no atrasarse: “*Es muy importante ir al día para entender los laboratorios*” “*Le recomendaría que lea bien los contenidos antes de los laboratorios*” “*sentarse frente al libro lo antes posible*”.

Año 2020: Al iniciar el primer cuatrimestre 155 inscriptos son estudiantes de IC. El 50% de los estudiantes son ingresantes. Mientras que el 50% restante son recursantes que previamente se inscribieron a Química, dos, tres, cuatro, cinco hasta seis veces en cuatrimestres anteriores, en condiciones de presencialidad plena, Fig. 2.

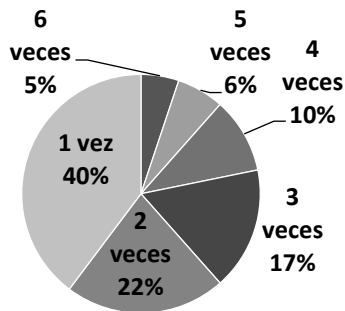


Fig.2. Composición del estudiantado recursante de IC al inicio del 1er cuatrimestre 2020.

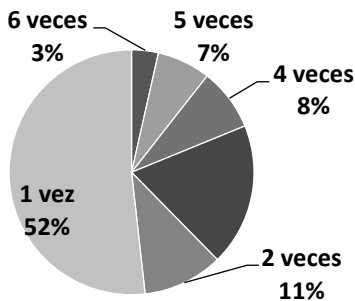


Fig. 3. Composición del estudiantado recursante de IC al inicio del 2do cuatrimestre 2020

Al iniciar el segundo cuatrimestre, los inscriptos son 104 estudiantes de IC. De estos últimos, el 17 % son estudiantes ingresantes que hacen por primera vez la materia. El 83% de los estudiantes son recursantes, grupo constituido por: 44 estudiantes que cursaron Química una única vez antes, en el 1er cuatrimestre 2020 en una modalidad virtual y en un contexto de pandemia, 42 estudiantes que cursaron Química dos, tres, cuatro, cinco y hasta seis veces en cuatrimestres anteriores y posiblemente realizaron actividades presenciales como clases, laboratorios o evaluaciones, Fig. 3

Composición de la población IC al finalizar cada cuatrimestre

En la fig. 4. se observa el porcentaje de estudiantes aprobados (Acreditados) y libres (No Acreditados) de los grupos Ingresantes/Recursantes una vez finalizado el 1er cuatrimestre 2020.

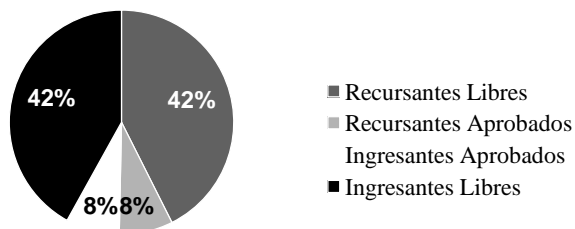


Fig. 4. Composición al inicio y al final (R /I) (A/NoA) en el 1er cuatrimestre 2020.

En la fig. 5. se observa el porcentaje de estudiantes aprobados y libres de los grupos Ingresantes/Recursantes al finalizar el segundo cuatrimestre 2020. El grupo de aprobados (35%) está constituido por: 4 estudiantes ingresantes al segundo cuatrimestre; 21 estudiantes que cursaron por primera vez en el cuatrimestre inmediato anterior en forma virtual y 11 estudiantes que cursaron previamente de 2 a 6 veces en condiciones de presencialidad plena.

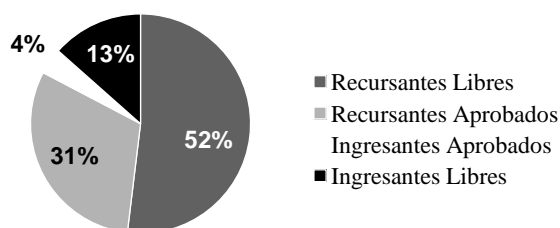


Fig. 5. Composición al inicio y al final (R /I) (A/NoA) en el 2do cuatrimestre 2020.

En síntesis, la Tabla 1 resume la caracterización de los estudiantes de IC al final de cada cuatrimestre de los años 2019 y 2020.

Tabla 1. Caracterización (T) Total de estudiantes de IC; (R) Recursantes; (I) Ingresantes

	AÑO 2019						AÑO 2020					
	1er cuatrimestre 434			2do cuatrimestre 452			1er cuatrimestre 456			2do cuatrimestre 390		
	T	I	R	T	I	R	T	I	R	T	I	R
inscriptos de IC	151	76	75	118	43	75	155	77	78	104	18	86
% Acredita	35,8	19,6	16,2	30,0	8,0	22,0	16,0	8,0	8,0	35,0	4,0	31,0
% No Acredita	26,5	19,2	7,3	30,0	11,0	19,0	84,0	41,9	42,1	65,0	13,0	52,0
% Abandona	37,7	11,2	26,5	40,0	18	22	-	-	-	-	-	-

Encuestas N°1/2020 y N°2/2020 al finalizar cada cuatrimestre:

En ambas encuestas, Encuesta N°1/2020 (15) y Encuesta N°2/2020 (22), los datos recogidos según la *dimensión personal* son semejantes: un 40 % cursa según Plan de Estudio de IC y 70 % Acredita la asignatura.

Dimensión oferta didáctica: En la fig. 6. se muestra el porcentaje de valoraciones positivas en Encuesta N°1/2020 y Encuesta N°2/2020.

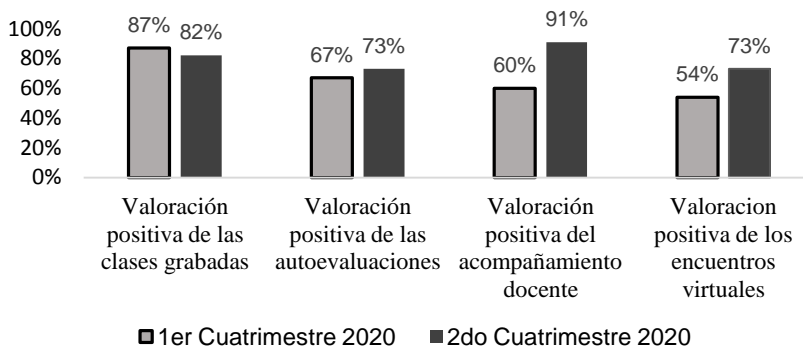


Fig. 6. Porcentaje de valoraciones positivas a partir de preguntas cerradas de la dimensión oferta didáctica al finalizar el 1er y 2do Cuatrimestre

En cuanto a las *emociones* (N1º/2020), las palabras asociadas a *Pandemia* con mayor frecuencia son: Incertidumbre, Encierro y Cambio y las asociadas a *Aprendizaje de Química*, son: Clases Grabadas, Clases Virtuales, y Evaluación–Frustrante. En cuanto a la *Dimensión modalidad de estudio* (Nº2/2020): el 48% dedica entre 7 a 15 horas semanales a Química, 48% estudia individualmente y 28% estudia en grupos de hasta cinco personas, comunicándose principalmente por google meet y por whatsapp.

En la encuesta Nº1/2020 la pregunta abierta, en la que se solicita opinión y sugerencias para la mejora es respondida por ocho (8) estudiantes, con algunas expresiones positivas respecto a la actitud, esfuerzo y responsabilidad docente al permitir una evaluación en este contexto, mientras que todos expresaron términos negativos “*injusta, frustrante*” sobre la modalidad secuencial, contenidos y tiempo de la propia Evaluación de Acreditación. En la encuesta Nº2/2020 la pregunta abierta en la que se solicita opinión y sugerencias para la mejora es respondida por cuatro (4) estudiantes siendo todas las opiniones vertidas valoraciones positivas respecto de la propuesta académica, sin manifestar opiniones sobre la evaluación.

4. Conclusiones

La actuación de los estudiantes de IC, es considerada como desempeño poco satisfactorio, dado el alto porcentaje de Recursantes y la cantidad de veces que se recursa. El porcentaje de estudiantes de IC que presentan muy buen desempeño, es decir, ingresantes que cumplen todas las exigencias y acreditan en el mismo cuatrimestre es 28% en 2019. En 2020 este porcentaje es aún menor, 12%.

Al considerar el bajo porcentaje de estudiantes (I y R) que acreditan en el primer cuatrimestre del 2020, 16%, se explica el alto porcentaje de recursantes (83%) en el segundo cuatrimestre del 2020. Un considerable porcentaje de recusantes (31%) luego de un cuatrimestre en pandemia, logra adaptarse y acredita, siendo este porcentaje mayor que en el correspondiente al 2019.

Conocer las opiniones de los/las estudiantes sobre la oferta didáctica permite ir ajustando la misma y realizando pequeños cambios que se cristalizan a fines del 2020 y comienzo del 2021. Por ejemplo, el conocimiento de las posibles causas de recusado que expresan los estudiantes como relevantes, permite comprender solo una parte de este fenómeno educativo y si bien se atiende a todas las demandas, se aplican algunas de ellas. Es el caso de aumentar la posibilidad de acreditar en mayor número de llamados de examen y, en virtualidad extender el tiempo de resolución de las evaluaciones. Las clases virtuales mantienen el formato de clase magistral atendiendo a los requerimientos de los estudiantes para poder ser consultadas en cualquier momento y en forma asincrónica. Esta preferencia también es detectada al ser seleccionada la clase grabada, como el recurso de gran relevancia para el aprendizaje. En la virtualidad prácticamente el total de estudiantes accede a la Evaluación de Acreditación. Si bien muchos acceden pocos acreditan, probablemente porque: la Evaluación de Acreditación es sincrónica e individual a diferencia de los TP y de Autoevaluaciones que son actividades asincrónicas y posiblemente no individuales. Puede ser también debido a que la Evaluación de Acreditación consiste en la resolución de problemas integrados en un breve lapso de tiempo, donde todos los conceptos de Química y no un tema determinado intervienen necesariamente para poder llegar al resultado. En la presencialidad para acceder a la 2ºEvA es necesario transitar un trayecto más exigente que en la virtualidad, los resultados muestran que muchos estudiantes, o no cumplen los requerimientos o abandonan la cursada en alto porcentaje. En cuanto a la a la 2ºEvA: el tiempo otorgado es el doble que, en la virtualidad debido al tipo de resolución, se permite mayor interacción durante la misma con los docentes y se aplica con el formato tradicional (lápiz- papel). Los resultados de ambos escenarios nos permiten concluir que es imperioso incentivar el trabajo en grupo y aumentar las actividades centradas en el estudiante de forma tal de fortalecer la autogestión de aprendizajes. En virtud de los resultados los docentes están en plena gestión de un curso de nivelación a distancia antes del cursado, el cual impactaría positivamente sobre las causas de recusado más nombradas por los estudiantes.

5. Referencias bibliográficas

1] Huergo, J.; Relling, V.M.; Disetti, M.E.; Santoro M.I.; Faccendini, P.L. y Rodríguez, C.S. (2019). Descripción estadística de estudiantes promovidos de química de la FCEIA desde 2015 a 2017. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 33(31), 25-30

2] Marcelo García, C., Yot Domínguez, C., Perera Rodríguez, V. H., (2016) El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad. Un estudio descriptivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 67-86

3]Torrado Fonseca, M. (2009). Manuales de metodología de investigación educativa. *Estudios de encuesta* (pp.231-257). Editorial La Muralla, S.A, Madrid

4] Hernández Sampieri, R. (2014) Metodología de la investigación. *Capítulo 9* McGraw Hill Education. 6ª Edición, (250).

Modelos y Modelización. Procesos reflexivos en la formación de profesores

Juan Ferrante¹, María Basilisa García¹, Agustín Adúriz-Bravo²

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)

juanferrante@mdp.edu.ar; bagarcia@mdp.edu.ar

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires (Argentina)

aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

Resumen. Este trabajo forma parte de los primeros avances de un proyecto doctoral que busca conocer en qué medida una propuesta de formación centrada en la reflexión promueve avances en los conocimientos, creencias, intenciones y acciones en estudiantes de profesorado de ciencias, particularmente en torno al tópico didáctico correspondiente a modelos y modelización. Se presenta una estrategia metodológica, poco transitada hasta el momento en los campos de la didáctica de la matemática y de las ciencias naturales, para el análisis de una unidad didáctica sobre el mencionado tópico, centrada en procesos reflexivos, en la asignatura Prácticas Docentes 1 del Profesorado en Química de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Los resultados de la implementación de la unidad didáctica se evalúan a partir del llamado modelo interconectado de crecimiento profesional docente.

Palabras clave: Prácticas reflexivas. Modelos y Modelización. Desarrollo profesional docente. Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente.

1. Introducción

El trabajo que aquí se reseña forma parte de los primeros avances de un proyecto doctoral mediante el cual se busca conocer en qué medida una propuesta de formación, centrada en la reflexión, promueve avances en los conocimientos, creencias, intenciones y acciones en estudiantes de profesorado de ciencias, particularmente en torno al tópico didáctico correspondiente a modelos y modelización. En este sentido, distintas investigaciones [1][2] han demostrado la centralidad de los modelos y la modelización en la enseñanza de las ciencias, debido a su importancia en prácticamente cualquier nivel educativo [3], apuntando a formar al profesorado de ciencias y alentarlos a usar apropiadamente los modelos en sus aulas [4].

En esta oportunidad se presenta el análisis de la instancia reflexiva correspondiente al tratamiento del mencionado tópico en la asignatura Prácticas Docentes 1 del Profesorado en Química de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina. Dicha instancia se incluye en esta etapa formativa, inmediatamente previa

al desempeño de la profesión docente, y está encaminada a favorecer y desarrollar capacidades, disposiciones y actitudes en las profesoras y profesores con el fin de prepararlos para una realización eficaz de su tarea en el aula [5].

Por otra parte, este trabajo se vincula con un proyecto de investigación que estudia el desarrollo profesional docente (DPD) en estudiantes universitarios de carreras de profesorado en ciencias formales y naturales, con el objetivo general de mejorar la propuesta de formación docente que ofrece la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMdP. El desafío de estudiar este desarrollo implica atender a procesos complejos, que involucran no solo cuestiones disciplinares, sino también aspectos ideológicos, educativos, contextuales, epistemológicos, curriculares y emocionales. Poner en juego estos procesos [6][7], requiere formar profesores en ambientes de aprendizaje que favorezcan la reflexión sobre sus propias concepciones y prácticas. En función de esto, se están llevando a cabo, por parte del grupo de investigación, diferentes estudios que analizan de qué manera determinadas propuestas de formación intervienen en el DPD. La idea fundamental de la propuesta de formación reside en el diseño de contextos formativos que permitan la reflexión sobre la propia acción, en los diferentes talleres de práctica que propone el plan de estudios. Se busca generar estímulos, de manera tal que las y los futuros docentes vayan construyendo su conocimiento profesional sobre la base de explicitar sus propias concepciones, poniéndolas en diálogo permanente con los nuevos conocimientos que va proporcionando la carrera y con la experiencia práctica. En este sentido, las producciones del estudiantado se asumen como objeto de investigación con el propósito de reescribir, con sustento teórico, el papel de las experiencias de la práctica en la formación docente.

El aporte específico de este trabajo, dentro del mencionado proyecto, consiste en la presentación de una estrategia metodológica, poco transitada hasta el momento en los campos de la didáctica de la matemática y de las ciencias naturales, para el análisis a de una propuesta formativa centrada en la reflexión a partir del tópico modelos y modelización. Los resultados de implementación de la propuesta se evalúan a partir del llamado modelo interconectado de crecimiento profesional docente (MICPD) [8]. Este modelo proporciona un heurístico para la interpretación de los cambios que se van sucediendo a lo largo del tramo de formación inicial docente seleccionado para esta investigación. Este modelo describe los procesos de formación mediante cuatro dominios (fig. 1) que interactúan entre sí por medio de procesos reflexivos. A partir del MICPD se puede describir y analizar la construcción del conocimiento profesional de las y los futuros docentes en términos de problematizaciones y cambios dentro de y entre esos cuatro dominios. Todo ello se describe a través de dos mecanismos teóricos específicos: la promulgación y la reflexión. Por promulgación se hace referencia a algo que un docente hace o dice como resultado de lo que el docente sabe, cree o ha experimentado; por reflexión, al conjunto de actividades mentales realizadas para construir o reconstruir experiencias, problemas, conocimientos o percepciones [9].

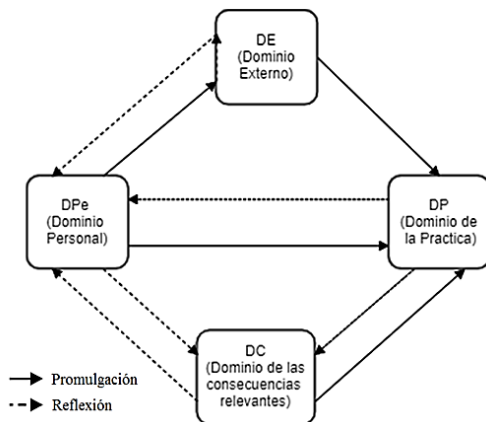


Fig. 1. Relaciones entre los dominios del modelo interconectado de crecimiento profesional docente [8]

2. Contenido

Objetivo

El objetivo del estudio aquí reseñado es analizar, a través de la lente del MICPD, cómo los procesos reflexivos promueven avances en el conocimiento profesional sobre modelos y modelización en un estudiante del Profesorado en Química.

Materiales y métodos

Para realizar este estudio, se diseñó una unidad didáctica sobre el tópico modelos y modelización, centrada en procesos reflexivos. Esta se desarrolló durante la asignatura Prácticas Docentes 1 del Profesorado en Química de la Universidad Nacional de Mar del Plata, en la etapa formativa previa al desempeño profesional. De la asignatura participaron cinco estudiantes. El punto de partida fue una propuesta inicial de clase, que las y los estudiantes generaron de manera previa al desarrollo de la mencionada unidad, sobre el tópico en cuestión.

La unidad didáctica se organizó a partir de un ciclo reflexivo compuesto por tres etapas: etapa de explicitación, etapa de reestructuración reflexiva y etapa de reestructuración metacognitiva. En la etapa de explicitación se diseñaron consignas tendientes a explicitar ideas respecto al tópico en cuestión, utilizando como disparador la propuesta inicial de clase elaborada por el grupo de estudiantes, y registrando estas ideas mediante la utilización de diarios de clase; en la etapa de reestructuración reflexiva, se implementaron distintas estrategias a través de dispositivos que permitieron promover la reflexión, como la participación en foros y la elaboración de actividades individuales, y posteriores reflexiones a partir de ellas en los diarios de clase; en la etapa de reestructuración metacognitiva, se trabajó con portafolios

individuales, a partir de consignas capaces de desencadenar procesos de autorregulación en las percepciones sobre el conocimiento y la acción docente.

La investigación se realizó desde un enfoque cualitativo. Se trata de un tipo de investigación interpretativa centrada en el análisis de un caso [10]. Se escogió esta metodología porque permite reflejar la peculiaridad de cada situación reflexiva, a través de una descripción densa y profunda. En esta oportunidad se presentan los resultados correspondientes al caso representado por un estudiante durante la cursada en la asignatura Prácticas Docentes 1, que corresponde al cuarto año de la mencionada carrera. Para la selección se tuvieron en cuenta las características particulares de cada participante y la potencial información que podían ofrecer, con relación a los objetivos de la investigación. En cuanto al caso seleccionado, se trata de un estudiante que había cursado todas las asignaturas del campo de la formación pedagógica y la mayor parte de las pertenecientes al campo disciplinar. Durante la cursada de Prácticas Docentes 1, el estudiante seleccionado se ha mostrado muy predispuesto a participar de las diferentes propuestas presentes en la unidad didáctica antes descrita, además de estar muy comprometido con la asignatura en general.

Con relación a los instrumentos, las fuentes de datos se corresponden con los dispositivos utilizados durante el ciclo reflexivo antes mencionado. A saber: diarios de clase, participación en foros, reflexión sobre la elaboración de actividades y portafolios individuales. Además, se incorporó como material de análisis la propuesta final de clase, sobre el tópico modelos y modelización, a los efectos de contrastar esta propuesta con las reflexiones surgidas durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Procedimiento de recolección y análisis de datos

Se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- Adaptación del modelo

En función de las necesidades específicas del presente estudio, se realizaron las siguientes adaptaciones del modelo interconectado de crecimiento profesional docente. En primer lugar, el DPe se consideró como un conjunto integrado de conocimientos teóricos y prácticos (cogniciones), creencias y actitudes. También se incorporaron las dificultades reconocidas por los estudiantes.

Se subdividió el DE en subdominios en función de las instancias de participación ofrecidas en la propuesta de formación, estructuradas en torno a los dispositivos mencionados en la descripción de la propuesta. El DPR incluye dos subdominios [11], denominados de preparación y enseñanza. Dadas las características de la asignatura bajo estudio, este trabajo se circunscribió al subdominio de la preparación (o “pre-práctica”). En este subdominio se consideran los planes de clase que las y los participantes diseñaron para el aula y las clases aisladas en la etapa previa a la residencia, junto con los documentos que reflejan las reflexiones realizadas a partir de la producción y la actuación.

- Elaboración de indicadores

Para identificar y describir los procesos de cambio que el profesor en formación reconoce sobre su conocimiento profesional, se tienen en cuenta las dimensiones del conocimiento (y sus correspondientes ejemplos de indicadores) contenidas en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías relacionadas a los cambios reconocidos por el estudiante e indicadores asociados. Fuente: elaboración propia.

		Indicadores
<i>Conocimiento profesional docente</i>	Aprendizajes reconocidos	“No imaginaba que...”, “Me sorprendió que...”, “Me di cuenta de que...”
	Creencias modificadas	“No tenía en cuenta [esto] hasta que...”, “Mi concepción sobre [esto] era...”
	Intenciones explicitadas	“Consideré aspectos a cambiar...”, “Me gustaría modificar...”

- Identificación de promulgaciones y reflexiones

Utilizando criterios pertinentes para este estudio [12], se examinaron los cambios producidos buscando las relaciones entre dominios del MICPD explicitadas anteriormente en la fig. 1, denominadas “vías de cambio”. Luego se determinó en qué dominios se produjo el cambio y se lo codificó. Una vez identificadas todas las relaciones, se construyó el pictograma correspondiente para representar las relaciones entre dominios reconocibles en la producción del futuro profesor.

3. Los resultados

Los cambios reconocidos por el propio estudiante, ejemplificados en la tabla 2, fueron categorizados como promulgaciones y reflexiones. Se identificaron los dominios interrelacionados en cada tipo de mediación.

Tabla 2. Cambios reconocidos por el estudiante, en términos de promulgaciones y reflexiones, a partir de las consignas trabajadas durante el ciclo reflexivo. Fuente: elaboración propia.

<i>Tipo de mediación</i>	<i>Consigna</i>	<i>Voz del estudiante</i>	<i>Dominios interrelacionados</i>
<i>Promulgación</i>	<p>¿Qué es un modelo? Describir brevemente un ejemplo de modelo</p> <p>(Etapa de explicitación.)</p>	<p>“Un modelo es un “sistema” con funcionamiento y coherencia interna que tiene la capacidad de explicar algunos fenómenos de la realidad.”</p>	<p>Dominio Personal al Dominio Externo</p>

<p><i>Reflexión</i></p>	<p>En función de lo visto en esta clase, ¿tenés intención de modificar en algo tu proyecto docente? Explicar</p> <p>(Etapa de reestructuración reflexiva.)</p>	<p>“... que puedan [los y las estudiantes] ensayar la habilidad de explicar un mismo fenómeno de dos maneras distintas.”</p>	<p>Dominio Personal al Dominio de la Pre-Práctica</p>
<p><i>Reflexión</i></p>	<p>Para cada tema (TP), describir en no más de 300 palabras los principales aprendizajes logrados.</p> <p>(Etapa de reestructuración metacognitiva.)</p>	<p>“...lo más llamativo fue percatarme de cómo en la enseñanza de la química se usan muchos modelos a la vez, y lo complejo que puede resultar esto para los estudiantes, por lo cual es un hecho a tener en cuenta a la hora de diseñar las clases o de responder una pregunta.”</p>	<p>Dominio Externo al Dominio Personal</p>

Las relaciones entre dominios identificadas en las producciones del estudiante se presentaron entre el dominio personal y el externo (n= 8, que corresponde a 4 reflexiones y 4 promulgaciones) y entre el dominio personal y el de la pre-práctica (n=1). En el siguiente pictograma (fig. 2) se representa al caso analizado, permitiendo visualizar cuantitativamente las interrelaciones entre los dominios del MICPD:

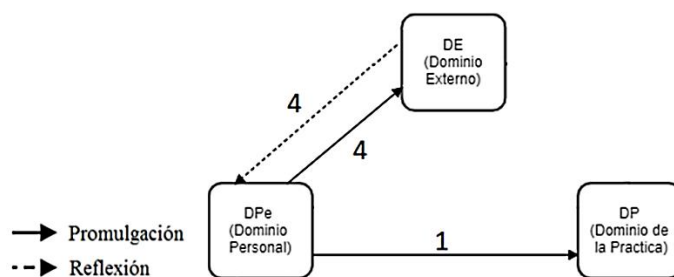


Fig. 2. Pictograma que identifica y cuantifica los cambios reconocidos por el estudiante.
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se transcriben expresiones que permiten evidenciar los cambios reconocidos por el propio estudiante en torno a su conocimiento profesional:

Aprendizajes reconocidos: “Reconozco aprendizajes en torno a la manera de preparar el power point, en el sentido de la falta de imágenes, no tanto por la ilustración de la alocución, sino para poder trabajar en torno a la imagen.”

Creencias modificadas: “...algunos consideraron como característica de los modelos el hecho de que son “adaptables al nivel de complejización y a objetivos”, esto me pareció valioso sobre todo si hablamos de modelos en la enseñanza en el aula. No estaba entre lo que yo había pensado como características.”

Intenciones explicitadas: “Tendría la intención de añadir una cuestión relacionada a la teoría del flogisto para que los estudiantes empiecen a comprender el carácter dinámico de la ciencia...”

En síntesis, es posible observar que, para el caso del profesor en formación analizado en este trabajo, las modificaciones identificadas se inscribieron, de acuerdo con el MICPD adoptado como modelo teórico, principalmente en las relaciones entre el DE y el DPe. El modelo usado permitió una adecuada lectura teórica de los cambios producidos en el conocimiento de este profesor durante la breve instancia formativa. Además, se constató que se registraron interesantes reflexiones sobre el tema tratado. En relación con la propuesta final de clase, el estudiante logró llevar a cabo su intención explicitada. A saber, y en palabras del estudiante, “añadir una cuestión relacionada a la teoría del flogisto para que los estudiantes empiecen a comprender el carácter dinámico de la ciencia y que puedan ensayar la habilidad de explicar un mismo fenómeno de dos maneras distintas.”

4. Conclusiones

En el marco de la asignatura Prácticas Docentes 1 del Profesorado en Química se diseñó una unidad didáctica compuesta por dos clases sobre modelos y modelización, estructuradas en torno a un “ciclo reflexivo” integrado por tres etapas, a través de las cuales las y los estudiantes trabajaron sobre los conceptos del tema. Durante esas dos clases e inmediatamente después se les solicitó, con el auxilio de diversos dispositivos, que dieran cuenta de sucesivos cambios en su conocimiento profesional docente. El reporte de los cambios percibidos fue el objeto de esta investigación preliminar sobre la importancia de las prácticas reflexivas para promover cambios en el conocimiento profesional docente. Se pudo observar cómo, a partir de la implementación de una unidad didáctica centrada en la reflexión, el estudiante pudo llevar adelante sus intenciones en cuanto a la modificación de su propuesta final. Cabe destacar que dichas intenciones surgen de los cambios reconocidos por el propio estudiante sobre su conocimiento profesional, durante el desarrollo de la práctica reflexiva antes mencionada. No obstante, el reconocimiento de estos cambios no siempre proporciona la evidencia empírica suficiente para aseverar una modificación en la práctica profesional de los futuros profesores. A saber, en una investigación realizada anteriormente, para el caso de un futuro profesor en física, mediante la cual se diseñó una unidad didáctica sobre el mismo tópico y estructurada también en torno al ciclo

reflexivo antes mencionado, se observó que el estudiante no pudo modificar su propuesta final de clase, a pesar de reconocer un cambio en su conocimiento profesional. Esto pone en evidencia la necesidad de sostener las prácticas reflexivas en el tiempo y no solo al interior de una única instancia formativa, para lograr avances en el desarrollo profesional docente.

En este sentido, parece particularmente importante que el trayecto formativo del futuro profesorado sea acompañado por dispositivos que promuevan la construcción y reconstrucción del conocimiento profesional y proporcionen, además, autonomía en el ejercicio de la práctica reflexiva. Esto debería ocurrir no solo en las instancias finales de la carrera, sino a lo largo de toda la formación inicial.

5. Referencias

[1] A. Adúriz-Bravo, «Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química», *Educación química*, vol.23, n°2, p.248-256, 2012.

[2] R. Justi, J. A. Chamizo, A. García Franco y K. L. Figueiredo, «Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje», *Enseñanza de las ciencias*, vol. 29, n°3, p. 413-426, 2011.

[3] J. A. Chamizo, «Los modelos de la química», *Educación Química*, vol. 17, n°4, p. 476-482, 2006.

[4] P. S. Oh y S. J. Oh, «What teachers of science need to know about models: An overview», *International Journal of Science Education*, vol. 33, n°8, p. 1109-1130, 2011.

[5] M. C. Davini, *La formación en la práctica docente*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Editorial Paidós, 2015.

[6] C. Marcelo y D. Vaillant, *Desarrollo Profesional Docente ¿Cómo se aprende a enseñar?*. Madrid: Ediciones Narcea, 2009

[7] P. Perrenoud, «La formación del profesorado: un compromiso entre visiones inconciliables de la coherencia», *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 68, n°2, p.103-122, 2010.

[8] D. Clarke y H. Hollingsworth, «Elaborating a model of teacher professional growth», *Teaching and Teacher Education*, vol. 18, p. 947-967, 2002.

[9] M. Van Woerkom, “Critical reflection at work. Bridging individual and organizational learning”, doctoral thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2003.

[10] R. Stake, *El estudio de casos cualitativos*. Barcelona: Editorial Gedisa, 2012

[11] R. C. Zwart, T. Wubbels, T. C. M. Bergen y S. Bolhuis. «Experienced teacher learning within the context of reciprocal peer coaching», *Teachers and Teaching: theory and practice*, vol.13, n°2, p. 165-187, 2007.

[12] R. Justi y J. H. Van Driel, «The use of the IMTPG as a framework for understanding the development of science teachers’ knowledge on models and modelling», *Teaching and Teacher Education*, vol. 22, p. 437-450, 2006.

Las prácticas de evaluación en los espacios de coenseñanza de docentes de ciencias naturales

Patricia Kuzma¹, Elisa Piani², Rosana Serra¹

¹ Consejo de Formación en Educación. Administración Nacional de Educación Pública (Uruguay)

biodidactika@gmail.com; serraro@gmail.com

² Consejo de Formación en Educación. Administración Nacional de Educación Pública (Uruguay)

elisa@semipresencial.edu.uy

Resumen. El presente artículo reseña la investigación realizada sobre las prácticas de evaluación de los aprendizajes en formatos que involucran dos o más docentes en el aula de forma simultánea, uno al menos de ciencias naturales. Se trata de un estudio de cinco casos cuyo objetivo principal es describir las prácticas de evaluación de los docentes en ese formato de enseñanza, en planes de educación media básica de Uruguay. A partir de este estudio se puede concluir que el criterio de conformación de la dupla o tripla docente, el tiempo de planificación conjunta y un proyecto común son elementos clave en las prácticas de evaluación en estos formatos. La finalidad de esta investigación es aportar a la construcción del campo educativo y al debate en procesos de transformación curricular.

Palabras clave: Coenseñanza, evaluación de los aprendizajes, enseñanza de las ciencias.

1. Introducción

El presente artículo expone los resultados obtenidos en una investigación realizada en el marco del Fondo Sectorial de Educación, de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación de Uruguay (ANII). Esta investigación se focalizó en las prácticas de evaluación¹ en duplas, triplas o cuartetos docentes en los que al menos uno de ellos fuera del área de las ciencias naturales. El trabajo se remitió al ciclo básico de educación media e incluyó tres temas de relevancia para la educación actual: los espacios de coenseñanza, la enseñanza de las ciencias naturales y la evaluación de los aprendizajes.

La educación media continúa siendo uno de los principales desafíos de las políticas educativas en Uruguay. Si bien han aumentado los niveles de promoción, el egreso de

¹ A los efectos de este artículo, se entienden las *prácticas* como los procesos de planificación, implementación y valoración de las propuestas de evaluación, que tienen implícitas las percepciones de los docentes del propio proceso y de la evaluación.

la educación obligatoria permanece en niveles que requieren una urgente mejora, tal como lo demuestran los datos ofrecidos por el Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina [1] y los informes de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 [2]. Dada esta preocupación, en los últimos años, los gobiernos de la educación secundaria uruguaya han implementado planes educativos con estrategias para la revinculación de estudiantes y la mejora de los aprendizajes que introducen nuevas prácticas de enseñanza y de evaluación (Plan 2009, 2012 y 2016)². El trabajo en proyectos, la coenseñanza y la interdisciplinariedad constituyen algunos de los componentes clave en dichos planes.

Coenseñanza es el término que se seleccionó para esta investigación, ya que implica el trabajo docente simultáneo dentro del aula. Esta puede tener modalidades diferentes de acuerdo a la cantidad de docentes que se reúnen para trabajar: si son dos docentes se les llama *dupla*, de ser tres se los conoce como *tríos*, *triplas* o *ternas*, o siendo cuatro se habla de *cuartetos*. En lo que respecta a la enseñanza secundaria de Uruguay, el marco de referencia se encuentra en el documento *Interdisciplinariedad y coenseñanza* [3], que establece este formato como una estrategia educativa para el ejercicio de la labor docente. Allí se explica que «las duplas o tríos planifican, conducen la clase y evalúan en un trabajo interdisciplinario y coordinado durante el curso. Comparten un mismo espacio áulico y una determinada cantidad de horas semanales para enseñar en forma colaborativa e interdisciplinaria» (p. 2). Es decir, se concibe la coenseñanza como el trabajo simultáneo de dos o tres docentes e implica un enfoque interdisciplinario.

En lo que respecta a la enseñanza de las ciencias, el currículo de la educación obligatoria tiene como uno de sus objetivos primordiales la alfabetización científica. En la Ley General de Educación de Uruguay, esta constituye uno de los ejes transversales [4]; se reconoce que la sociedad está fuertemente condicionada por la ciencia y la tecnología y que las ciencias, en sus diversas manifestaciones, han ido adquiriendo un rol preponderante en el desarrollo de las sociedades modernas a través de una dialéctica de mutua influencia. Tal como lo manifiesta Macedo [5]: «Una persona que no maneje una formación científica adecuada, tiene limitada su capacidad de participación democrática» (p. 5).

La Agenda 2030, con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, pone de relieve la educación científica de la población y su integración de manera efectiva en la educación formal para el logro de aprendizajes de calidad.

Esa educación científica, incluida en la educación obligatoria, implica entre otras cosas:

Que el estudiantado dé sentido al mundo que lo rodea por medio de interpretaciones teóricas, que tome contacto con productos intelectuales valiosos, [...] que pueda decodificar críticamente los mensajes sobre ciencia y tecnología que circulan en los medios de comunicación masivos, y que pueda evaluar responsablemente la actividad científica, conociendo su estatus, sus fortalezas y sus limitaciones (p. 95) [6].

Esto supone estrategias para la enseñanza de las ciencias basadas en modelos científicos, en contenidos más contextualizados y en procesos de interacción de aula más en colectivo [7].

² Por más información de los planes ver: <https://www.ces.edu.uy/index.php/planes-ciclo-basico>.

Por su parte, el *Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo* define la competencia científica por las siguientes tres capacidades: a) explicar fenómenos científicamente; b) interpretar datos y pruebas científicamente; y c) evaluar y diseñar la investigación científica [8]. Explicar fenómenos científicamente implica reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos. Por otro lado, la segunda capacidad prevé analizar y evaluar datos, alegaciones y argumentos en una variedad de representaciones y sacar conclusiones científicas adecuadas. El diseño de la investigación científica requiere describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer formas de abordar científicamente las cuestiones.

Desde el campo de la didáctica de las ciencias, Quintanilla *et al.* [9] entienden que la noción de competencia remite a una persona (sujeto competente) «que es capaz, que sabe, que puede hacer, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio de habilidades y de recursos para la acción» (p. 17). En este sentido, los autores conceptualizan *competencia científica escolar* como la capacidad (cognitiva, discursiva, material, afectiva), de orden superior específica, de hacer algo sobre un contenido determinado (proveniente de las ciencias) dentro de un contexto delimitado reconocible (escolar, significativo y transferible a la vida ciudadana).

Por otro lado, la investigación educativa, en distintas publicaciones [10], [11], da cuenta de una preocupación por la evaluación de los aprendizajes. Más que entenderse como parte de la enseñanza y del aprendizaje, la evaluación se asume como una medida que permite el avance en las trayectorias escolares y, en definitiva, se le da un fin sumativo y regulador del progreso dentro y entre los niveles educativos.

La evaluación, tradicionalmente, ha tenido dos funciones principales: la fabricación de jerarquías de excelencia y la certificación de conocimientos adquiridos ante terceros [12]. La primera, permite la comparación entre los alumnos y su clasificación con base en exigencias preestablecidas. La segunda, por su parte, certifica que el estudiante sabe «lo que tiene que saber», generando así una especie de pasaporte de un grado a otro, aunque no informa sobre el detalle de los saberes y habilidades que los estudiantes adquirieron. A este tipo de evaluación, que tiene por fin «informar públicamente acerca del grado en que cada estudiante ha logrado los aprendizajes esperados para el curso que realiza» (p. 207) [10], se le denomina *de certificación o evaluación tradicional*.

La evaluación denominada comúnmente formativa tiene por objetivo poner el foco en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Importa conocer qué ha logrado aprender el estudiante para tomar decisiones sobre cómo continuar enseñando, por lo que en este tipo de evaluación son muy importantes las devoluciones y las orientaciones para continuar trabajando. No es solo un corte diagnóstico ni mucho menos calificativo, sino que se utiliza como herramienta para la intervención didáctica. Se dice entonces que la evaluación formativa es un puente entre la enseñanza y el aprendizaje.

Investigar cómo evalúan los conocimientos científicos los docentes que participan en espacios de coenseñanza parece, en este contexto, un aporte pertinente para el sistema educativo uruguayo. Es sabido que la producción de conocimientos y la construcción de saberes, a través de la investigación educativa, son fundamentales en

el proceso de mejora de las prácticas y en la profesionalización docente en todos los niveles.

2. Objetivos y aspectos metodológicos

El objetivo principal de la investigación fue describir las prácticas de evaluación en el formato de enseñanza compartida, en el cual al menos un integrante es docente de ciencias naturales en educación secundaria básica en Uruguay. Se buscó caracterizar el proceso de planificación, construcción e implementación de las propuestas de evaluación a través de la entrevista a los docentes de las duplas o triplas. A esto se sumó el análisis de las propuestas de evaluación aportadas por los docentes y la determinación del vínculo con las estrategias de enseñanza.

Se trató de un estudio descriptivo con enfoque cualitativo y con un diseño metodológico que comprendió el estudio de cinco casos. La selección de los casos fue de tipo intencional. En una primera instancia, se realizó un relevamiento de los centros educativos de educación media básica del Uruguay que implementan planes o modalidades en los que su diseño y organización curricular tienen formatos de enseñanza compartida. A partir del relevamiento, se seleccionaron duplas o tríos docentes integrados al menos por un profesor de ciencias naturales y se eligieron de forma tal que cada caso se desarrollara en un plan educativo diferente. Se realizaron entrevistas en profundidad a los docentes con el fin de indagar las percepciones sobre evaluación, su forma de trabajo y la implicancia de esta en la enseñanza de las ciencias naturales. Así también, se solicitó a los docentes propuestas de evaluación surgidas del espacio de coenseñanza. Los documentos recogidos fueron actividades y rúbricas que permitieron valorar las propuestas de evaluación. Estos insumos complementaron las entrevistas para el análisis de los casos. Desde el marco de referencia cabe preguntarse cómo entienden los docentes la enseñanza y la evaluación en las ciencias y en qué medida este formato de trabajo docente contribuye al desarrollo de la competencia científica.

La tabla 1 muestra la caracterización de los casos estudiados en función del formato de docencia compartida, el plan educativo y su población objetivo, la integración de ciencias naturales y el tipo de evaluación establecida por el plan.

Tabla 1. Caracterización de los casos.

<i>Casos</i>	<i>Formato</i>	<i>Asignatura de ciencias</i>	<i>Plan</i>	<i>Coenseñanza</i>	<i>Tipo de evaluación según plan</i>	<i>Población objetivo</i>
A	Dupla	Biología	2006 T. C.	Sugerida	Actividades y prueba diagnósticas y semestrales	Edad acorde a trayectoria teórica
B	Tripla	Física	2012	Prescripta	Proyectos	Extraedad (15 a 20 años)
C	Tripla	Biología, Física,	2016	Prescripta	Proyectos interdisciplinarios	Extraedad (13 a 17)

	Química					años)
D	Dupla	Física	2009	Prescripta	Proyectos	Jóvenes y adultos (mayores de 21 años)
E	Dupla	Biología	2006	No prescripta ni sugerida	Actividades y prueba diagnósticas y semestrales	Edad acorde a trayectoria teórica

3. Análisis y principales hallazgos

Para analizar las prácticas de evaluación se entendió pertinente describir cómo son esos espacios de coenseñanza, es decir, quiénes integran ese grupo de trabajo, cómo está conformado, cómo es el vínculo entre estos docentes, cuál es la carga de trabajo de los profesores, cuánto es el tiempo que trabajan en conjunto en el aula, entre otros aspectos.

En primera instancia, se observó el criterio de conformación de los espacios de coenseñanza. En uno de los casos, caso C, la tripla está formada de acuerdo a lo establecido por el plan, es decir, las asignaturas que conforman el espacio están predeterminadas prescriptivamente. En el caso B, si bien la coenseñanza está presente en el diseño curricular del plan educativo, no se definen las asignaturas que deben agruparse, pero, de acuerdo a lo que plantearon los docentes, se ha dado continuidad a los agrupamientos. En los tres casos restantes (A, D y E), las duplas son formadas por aspectos institucionales, mayoritariamente vinculados a horarios.

El criterio de conformación de los equipos parece influir en la forma de trabajo, ya que algunos docentes entienden que el hecho de no conocerse y que el espacio se genere por cuestiones administrativas y no pedagógicas complejiza la generación de una práctica de coenseñanza real.

Otro aspecto relevado fue el tiempo áulico compartido. Es decir, cuántas horas de clase efectivamente comparten los docentes. Aquí se pudieron conformar dos grandes grupos: las triplas, que comparten todo el horario, y las duplas, que comparten solo parte de su carga horaria curricular. En las duplas, que solo comparten una hora de clase, el proyecto común se desarrolla de forma paralela a las actividades que realizan los docentes en su asignatura. Por ejemplo, en uno de los casos, la hora compartida se destina a la tutoría de un proyecto que habilita la acreditación del módulo o trayecto semestral del plan educativo. En los casos restantes, en la hora compartida trabajan en un proyecto institucional que no necesariamente está vinculado al trabajo realizado en cada una de estas asignaturas de forma individual. Entre los que comparten toda la carga curricular, una de las triplas no presentaba una propuesta didáctica compartida, mientras que en la otra el proyecto era el que orientaba el desarrollo y los aportes desde cada asignatura.

A partir del análisis del tiempo en común y el tipo de trabajo realizado, se puede afirmar que, en estos casos estudiados, la cantidad de tiempo compartido no determina un trabajo multi o interdisciplinario. El tipo de trabajo en clase no se define a partir de la cantidad de horas que comparten los docentes dentro del aula. Se puede

decir, por tanto, que el criterio de conformación tiene mayor incidencia en el trabajo docente que la cantidad de horas compartidas.

En lo relativo a cómo se realiza la planificación de las actividades del espacio compartido, casi todos los docentes manifiestan que utilizan el ámbito de la coordinación (horas remuneradas) para esa tarea. Sin embargo, son varios los que declaran que no les es suficiente y deben dedicar tiempo extra y el uso de diversas vías de comunicación para poder coordinar realmente.

En referencia a las actividades que se han planificado desde el espacio compartido, se encontró una variedad que transita desde la yuxtaposición de actividades de las asignaturas hasta el desarrollo, presentación y defensa de proyectos en conjunto.

Las propuestas de evaluación en el espacio compartido, en la mayoría de los casos, implican a equipos de estudiantes trabajando colaborativamente. Los tipos de actividades varían desde una evaluación escrita tradicional, pasando por la defensa oral del proyecto, la búsqueda de información relacionada al proyecto o la salida de campo y el consiguiente informe. Se pudo observar que, en los casos en los que los docentes solo comparten una hora y el resto de su horario trabajan de forma individual, las evaluaciones del espacio de coenseñanza tienen, en su mayoría, un carácter asignaturista y su diseño e implementación corre en paralelo al desarrollo de los cursos de las materias involucradas. Es decir, lo que se trabaja en la docencia compartida no está integrado a la labor de la docencia en los espacios individuales.

De acuerdo a lo que surge de las entrevistas hay una tendencia hacia la evaluación de lo actitudinal cuando los docentes asignan valor a lo producido en esos espacios. La mayor parte de la evaluación se basa en la participación, en el compromiso hacia el proyecto, en la asistencia, en la puntualidad, en las ganas de hacer y en la responsabilidad.

En cuanto a los instrumentos utilizados por los docentes, se menciona fundamentalmente la construcción de rúbricas comunes para evaluar el proceso del estudiante en la hora compartida. También se menciona la observación directa del docente, sin criterios o indicadores definidos ni consensuados.

A los efectos de sistematizar el material recibido, se asumieron las categorías planteadas por Ravela *et al.* [10]. En este sentido, la propuesta de evaluación «es una expresión que utilizamos en forma genérica para referirnos a instancias de evaluación que pueden incluir una o varias actividades» (p. 50). La actividad constituye «una unidad en sí misma y normalmente contiene dos tipos de elementos principales: consigna o enunciado e información» (p. 50). La consigna «es la formulación que propone el docente a través de la cual solicita al estudiante que realice una tarea» (p. 50). La actividad contiene información que «coloca al estudiante en el contexto en el que debe comprender y utilizar dicha información» (p. 50).

A partir de las categorías asumidas, la tabla 2 describe los documentos presentados por los docentes integrantes de cada uno de los casos.

Tabla 2. Tipo de documento presentado por cada uno de los docentes

<i>Caso</i>	<i>Documento entregado</i>	<i>Propuesta de evaluación</i>	<i>¿Qué se evalúa?</i>	<i>Competencia científica</i>
<i>A</i>	Rúbrica de evaluación de proyecto (tomada de la Red Global de aprendizajes de Plan Ceibal)	Proyecto multidisciplinar	Habilidades y actitudes	Analizar e interpretar datos
<i>B</i>	Rúbrica elaborada en coordinación docente	Proyecto multidisciplinar	Actitudes	No se evidencia
<i>C</i>	Escrito mensual de una asignatura y consigna de actividad de aula	Actividades con énfasis en las disciplinas	Habilidades y contenidos (de conocimientos)	No se evidencia
<i>D</i>	Rúbrica de evaluación de proyecto	Proyecto multidisciplinar (se complementa con actividades disciplinares, no entregadas)	Habilidades y contenidos (de conocimientos)	Analizar e interpretar datos
<i>E</i>	Escrito mensual	Actividades con énfasis en las disciplinas	Contenidos de conocimiento disciplinar	No se evidencia

Es de destacar que los documentos obtenidos en los casos A y D refieren a procesos de evaluación que se realizan en paralelo a los que se dan en las horas de aula, en las cuales cada docente trabaja además individualmente. En ambos casos los docentes manifiestan que es un trabajo complementario en la meta final, que es la acreditación de las asignaturas particulares. De todas formas, es importante hacer notar que en estos espacios de coenseñanza se aprecia una actividad de evaluación multidisciplinaria.

En el caso B, el proyecto lo definen de antemano los docentes y su concreción permite la acreditación del seminario. En la rúbrica entregada por los profesores se prioriza el proceso y la autoevaluación que realizan los estudiantes. Se marca un punto intermedio entre el inicio y el final del proyecto que permite ajustar sobre la marcha su evolución.

En los casos citados (A, B y D) no se advierte un trabajo interdisciplinar en el que se integren cuestiones epistemológicas, metodológicas o ambas. Se observa, fundamentalmente, una mirada multidisciplinar en la que coexisten las diferentes asignaturas.

Finalmente, se puede señalar que las prácticas de evaluación, es decir, la planificación, la implementación y la valoración, están vinculadas con el modelo de enseñanza, de coenseñanza, que tiene la dupla o tripla de cada caso. En la medida en que existe un tiempo de trabajo compartido (tanto en el aula como fuera de ella) y un proyecto que da sentido a la coenseñanza que implementan, la evaluación tiende a integrar las disciplinas y se construyen propuestas de evaluación que condicen con el formato de dupla o tripla.

Los docentes concuerdan en que la dupla o la tripla docente incide en la forma en que se enseñan las ciencias naturales. Para algunos, esto se traduce en facilitar la mirada interdisciplinaria, el vínculo entre teoría y práctica, el trabajo desde la naturaleza de la ciencia, el uso del lenguaje técnico de la disciplina y la integración de conocimientos.

No obstante, se entiende que lo primero es consolidar la dupla de trabajo y eso lleva tiempo: tiempo de aula compartido, tiempo en la trayectoria en este formato, tiempo de planificación conjunta.

En cuanto a la competencia científica, desde la percepción de los docentes, se potenciaría el desarrollo si pertenecieran a la misma área de conocimiento. Se hace foco en la coincidencia de los programas de las asignaturas como base para el trabajo en dupla y el desarrollo de algunas dimensiones de la competencia científica, como la observación y experimentación del diseño de investigaciones en el contexto escolar.

4. Consideraciones finales

Tras el análisis de las entrevistas y de las consignas de evaluación aportadas por los equipos docentes, se pueden destacar algunos aspectos que parecen relevantes a la hora de estudiar las diferentes prácticas de evaluación en espacios de enseñanza compartida.

En primer lugar, se desprende que el criterio de conformación de los equipos de coenseñanza influye en el trabajo docente. En su mayoría, los docentes entienden que la forma en que se conforman las duplas o triplas no puede ser generada por cuestiones administrativas u organizacionales de los centros, sino que tiene que tener una mirada didáctico-pedagógica.

Por otro lado, la sobrecarga que sienten los docentes al trabajar en varios equipos de coenseñanza puede entenderse como un aspecto negativo que no favorece al trabajo colaborativo. Al mismo tiempo, se puede afirmar que los equipos de trabajo ya conformados, es decir, que ya habían trabajado anteriormente, funcionan más cómodos y la evaluación parecería apuntar más hacia una integración de las disciplinas. Así, se podría aventurar que la permanencia institucional —la generación de trayectorias compartidas más largas— es un factor que colabora en generar y potenciar la coenseñanza y, por tanto, promueve una evaluación de corte integradora de las disciplinas y no segmentada en las diferentes asignaturas.

Es de destacar la unanimidad de la visión positiva de los docentes sobre los espacios compartidos. En todos los casos lo entienden como un desafío que, a medida que se va mejorando en su engranaje, es enriquecedor tanto para los docentes como para los estudiantes.

Se pudo observar, además, que la cantidad de horas que los docentes comparten dentro del aula no determina una integración de las asignaturas. Las prácticas de evaluación se condicen con las prácticas de aula y no tienen que ver con la cantidad de horas compartidas. Cabe destacar que en aquellos casos en los que los docentes son apoyados por un agente externo, se tiende a producir una evaluación más colaborativa, con una perspectiva que se aproxima a lo interdisciplinar. Los agentes externos que se pudieron relevar en estos casos fueron la formación docente para el

desarrollo del plan, la Red Global de Aprendizajes del Plan Ceibal y los equipos de supervisión de asignatura.

En cuanto a los trabajos, el proceso de elaboración de las consignas está condicionado por la clase de evaluación que utilizan los docentes. Se detectaron tres tipos: la construcción de proyectos en los que la producción es compartida y discutida; trabajos escritos de elaboración conjunta, pero de contenidos individuales de las asignaturas; y la realización de trabajos propuestos por cada docente en forma independiente. Asimismo, en los casos en que se evalúa por proyectos, tienen instancias en las que se ponen de acuerdo en los criterios de evaluación y realizan una rúbrica en conjunto.

Lo que resulta significativamente llamativo es que varios docentes no declaran evaluar contenidos teóricos de las asignaturas. En general, se presenta como calificable lo actitudinal: la participación, el compromiso, la asistencia y la puntualidad. Estos elementos mencionados no están comprendidos en las capacidades de la competencia científica desde la concepción propuesta por el marco de evaluación de PISA. Hay un escaso desarrollo de la competencia científica a pesar de la inclusión de docentes de ciencias naturales en cada espacio de coenseñanza. Esto puede deberse a múltiples factores que dejan abierto el campo de estudio a nuevas investigaciones. Probablemente, un currículo por competencias lleve implícito una revisión de las formas de enseñar y de evaluar, así como de las priorizaciones de los contenidos sobre las cuales se construyen.

Para finalizar, se podría resumir que del análisis de los casos se puede inferir que los equipos docentes que se aproximan más a un trabajo multidisciplinario configuran prácticas de evaluación colectivas en las que participan por igual los integrantes de la dupla o tripla tanto en la planificación como en la implementación, acorde a una práctica de coenseñanza. La dupla o tripla gana en un enfoque integrador en la enseñanza en la medida en que se aúnan los esfuerzos en un proyecto común, en acuerdos sobre qué y cómo enseñar y sobre qué y cómo evaluar: ese proyecto común da la coherencia entre la forma de enseñar y la práctica de evaluación.

5. Referencias

- [1] Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina. (2021). *Indicadores estadísticos*. Siteal. <https://siteal.iiiep.unesco.org/indicadores>
- [2] ODS Uruguay. (2019). *Conocer los avances de Uruguay por cada ODS*. El Futuro Nos Convoca. <https://ods.gub.uy/index.php/avance-pais/avancepais>
- [3] Consejo de Educación Secundaria. (2016). *Interdisciplinariedad y coenseñanza: aportes para la reflexión y la implementación en aulas de enseñanza media* [Archivo PDF]. <https://www.ces.edu.uy/index.php/component/phocadownload/category/31-propuestas-de-didactica?download=159:interdisciplinariedad-y-coensenanza>
- [4] Ley n.º 18 437 de 2008. Ley General de Educación. 12 de diciembre de 2008. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18437-2008>
- [5] Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Unesco.
- [6] Izquierdo, M., García, A., Quintanilla, M. y Adúriz, A. (2016). *Historia*,

- filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- [7] Adúriz-Bravo, A. (2020). *Enseñanza de las ciencias naturales en tiempos de pandemia: repensando contenidos, métodos... y finalidades* [Archivo PDF]. https://www.fumtep.edu.uy/noticias/noticias-y-novedades/item/download/1357_a464980f11e6fb0e357e03c7fae22e10
- [8] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2017). *Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: lectura, matemáticas y ciencias*. OECD Publishing.
- [9] Quintanilla, M., Izquierdo, M. y Adúriz, A. (2014). Directrices epistemológicas para promover competencias de pensamiento científico en aulas de ciencias. En M. Quintanilla (Comp.), *Las competencias del pensamiento científico desde las «emociones, sonidos y voces» del aula* (pp. 15-30). Bellaterra.
- [10] Ravela, P., Picaroni, B. y Loureiro, G. (2017). *¿Cómo mejorar la evaluación en el aula?: reflexiones y propuestas de trabajo para docentes*. Grupo Magro Editores.
- [11] Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2017). *Informe sobre el estado de la educación en Uruguay 2015-2016*. INEED.
- [12] Perrenoud, P. (2008). *La evaluación de los alumnos: de la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas*. Colihue.

Representaciones sociales sobre química de estudiantes privados de libertad

Carina Fornal¹, Germán Hugo Sánchez²

¹ Universidad Nacional del Chaco Austral (Argentina)
clfornal@uncaus.edu.ar

² Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas,
Departamento de Química Inorgánica (Argentina)
gsanchez@fcb.unl.edu.ar

Resumen. La enseñanza de las ciencias naturales y la alfabetización científica de la población en general son fundamentales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos en la agenda 2030 de las Naciones Unidas. Es entonces necesario que la investigación en didáctica de estas ciencias aporte resultados que permitan revisar y reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje en diferentes espacios educativos, más aún en aquellos que buscan lograr una mayor inclusión social. En este trabajo, se presentan los primeros resultados de un estudio exploratorio que busca caracterizar las representaciones sociales sobre química en estudiantes privados de libertad para poder (re)pensar propuestas didácticas que favorezcan el aprendizaje de las ciencias experimentales en ese contexto.

Palabras clave: Contexto de encierro. Representaciones Sociales. Química.

1. Introducción

El presente trabajo busca conocer cuál es el contenido de la representación social sobre Química que poseen estudiantes privados de libertad, el contexto en el que fueron elaboradas y las fuentes de información que la nutrieron.

Las Representaciones Sociales (RS) [1] constituyen un importante marco de investigación para la enseñanza de las ciencias ya que permiten esclarecer cuáles son las ideas científicas que poseen los estudiantes y sus condiciones de elaboración. Su estudio permite a las y los docentes reflexionar sobre su propia práctica y promover así, el diseño de secuencias didácticas que tengan presente al sujeto de aprendizaje y su contexto, abonando al ODS N°4 "Garantizar una educación de calidad y promover oportunidades de aprendizaje para todas y todos" [2].

En el campo de la investigación educativa, el estudio de las representaciones sociales permite lograr un acercamiento a las elaboraciones que poseen los sujetos de la comunidad educativa sobre diversos temas. Esto adquiere relevancia, teniendo en cuenta que muchas y muchos investigadores educativos coinciden en que las representaciones sociales de las y los sujetos, contribuyen y median el desarrollo de las prácticas educativas [3, 4 y 5].

Para el estudio de las RS en educación, se ha recomendado su análisis en cuatro ejes: Condiciones de producción, Campo de información, Campo de representación y Campo de actitud. Indagando acerca del objeto de estudio y el vínculo existente entre el marco de referencia y la evidencia empírica [6].

Si bien la teoría de las RS es ampliamente utilizada en investigación educativa y en contexto de encierro en particular [7], no ha sido abordada en el campo de la educación en ciencias experimentales en el mencionado contexto.

El interés fundamental de este trabajo radica en caracterizar el contenido de la representación, comprender su construcción respecto a la educación y en vinculación con lo cultural, social e histórico. Abordar esta investigación a través del estudio de las RS, permite conocer el contenido mental que tienen sobre Química los estudiantes privados de libertad, así como también, cuál es el recorte que realizan de la diversidad de información disponible sobre Química que se divulga y circula por diferentes medios en nuestra sociedad, y si esta posee vinculación con su contexto particular.

2. Objetivos y Metodología

Los objetivos del presente estudio son caracterizar las representaciones sociales que tienen sobre Química estudiantes privados de su libertad que asisten a una escuela secundaria en una Unidad Penitenciaria, determinar las condiciones de producción y establecer cuáles son las fuentes de información más referenciadas.

Para ello, se indagó acerca de las representaciones sociales sobre Química (RSQ) que posee una cohorte de estudiantes de tercer año ($n=11$) de una escuela secundaria inserta en una Unidad Penitenciaria de Varones en una ciudad de la República Argentina. En particular, se buscó conocer las condiciones de producción, el campo de información y el campo de representación de esas RSQ a través de un cuestionario de respuesta abierta (que incluía una técnica gráfica) y una entrevista semiestructurada. El cuestionario y las entrevistas semiestructuradas (presentadas en la tabla 1) fueron elaborados teniendo en cuenta las sugerencias de Cuevas [6].

Los datos obtenidos fueron analizados con herramientas de la Teoría Fundamentada [8]. Para lo cual, se procedió a la transcripción y organización de la información, selección de unidades de análisis, codificación por el método de comparación constante e interpretación de los resultados obtenidos.

Tabla 1. Cuestionario.

Ejes de análisis	Preguntas
<i>Condiciones de producción de las representaciones sociales</i>	1) ¿Cuántos años tenés? 2) ¿En qué ciudad o pueblo de la provincia de Santa Fe creciste? Si creciste en Santa Fe capital, ¿en qué barrio de Santa Fe creciste? Si luego viviste en varios lugares, también menciónalos. 3) ¿Cuáles fueron tus últimos estudios cursados en una institución educativa? 4) ¿Cuándo te sumaste a la escuela penitenciaria y a qué curso? 5) ¿Realizaste algún curso de capacitación en algún oficio u otra habilidad? ¿cuáles? 6) ¿En qué trabajos te desempeñaste cuando estabas fuera del sistema penitenciario?, ¿qué actividades realizabas en esos trabajos?
<i>Campo de información</i>	1) ¿Cuándo fue la primera vez que viste o escuchaste sobre Química o sobre algo que consideras que tiene que ver con la Química? 2) ¿Viste o escuchaste alguna vez sobre Química o sobre temas que consideras que tienen que ver con la Química? ¿qué fue lo que viste o escuchaste? 3) ¿Dónde lo viste o escuchaste? a- En un programa de la tele o película. Especificar b- En la escuela. Especificar c- En libros o/y revistas. Especificar d- Internet: buscando en Google o redes sociales. Especificar e- Conversaciones cotidianas con tu familia o amigos, en el trabajo o la calle. Especificar. f- Otros. Especificar.
<i>Campo de representación</i>	1) ¿Qué es para vos la Química?

3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los ejes de análisis propuestos en la tabla 1, recopilando así datos que permitan construir las RSQ de esta cohorte de estudiantes en cuanto a las condiciones de producción, el campo de información y el de representación.

Condiciones de producción: A partir del análisis de las entrevistas y cuestionarios de los participantes, se pudo identificar que los sujetos de representación pertenecen principalmente a la generación centennials y en menor medida a las millennials y X. Vivieron en diferentes lugares de la Provincia de Santa Fe y en barrios periféricos de la ciudad capital de la misma, Santa Fe de la Vera Cruz. Con respecto a su trayectoria escolar, en todos los casos fue interrumpida tanto en el nivel primario como secundario. En cuanto a su historia laboral, se pudo encontrar que, en su totalidad, se desempeñaron en el empleo no formal. Los trabajos mencionados por los estudiantes se corresponden, en su mayoría, a empleos informales pertenecientes al rubro de la construcción y otros oficios, así como también aquellos relacionados a cuestiones comerciales, gastronómicas, trabajos rurales y afines.

Campo de información: En cuanto a las fuentes de información, las más referenciadas fueron las instituciones educativas formales, siendo allí, el primer lugar donde habían estado en contacto con el término Química por primera vez. Mientras que en general, a lo largo de la vida, la más citada fue la televisión (programas de información, documentales o programas de divulgación científica). Esto último refleja que, si bien la franja etaria se correspondió principalmente a la generación centennials, no fueron las herramientas tecnológicas actuales las más mencionadas como fuente de información sobre Química. Por otra parte, la televisión, es el único canal de comunicación a la que los estudiantes tienen acceso durante su permanencia en el sistema penitenciario, y a través de la cual, la información les llega de manera más fortuita, es decir, sin intención previa por parte del estudiante de obtener dicha información.

Campo de representación: En cuanto al contenido de las representaciones, en la tabla 2, se presentan parte de las respuestas obtenidas en la aplicación del cuestionario y ampliadas en la entrevista semiestructurada. Las respuestas fueron categorizadas en función de los siguientes criterios:

Química experimental: Expresiones que mencionan elementos y términos asociados a un laboratorio, por ejemplo: experimentos, frascos, proyectos, tubitos, entre otros.

Química cotidiana: Declaraciones que contienen productos que resultan de la aplicación de procesos químicos, como ser: combustibles, productos de limpieza, pintura, entre otros y que además tienen un uso específico en la vida cotidiana.

Química disciplinar: Unidades de análisis que contienen palabras que aparecen formando parte de una descripción formal de la Química y su objeto de estudio como ser: ciencia, sustancia, estudio, propiedades, entre otras.

Química como espacio curricular: Expresiones que hacían alusión a la Química como asignatura escolar.

Del estudio de las descripciones ofrecidas por los participantes, se observa que la mayoría de las descripciones presentan términos que son de uso disciplinar y de una u otra forma, guardan cierta relación cercana con la definición formal de Química. En menor medida, refieren al aspecto experimental de la Química, sus usos, aplicaciones cotidianas y como espacio curricular a estudiar.

Tabla 2. Descripciones textuales de los estudiantes (en cursiva) sobre Química. Lo resaltado en **negrita** corresponde a las unidades de análisis seleccionadas.

Categorías emergentes de las respuestas obtenidas	Respuestas textuales a la pregunta: “¿ <i>Qué es para vos la Química?</i> ”
Química Experimental	<p><i>Asocio la Química con algún experimento o cuando hacen proyectos para nuevos medicamentos. Siempre asocie la Química con frascos, con mangueras, caños de distintos colores.</i></p> <p><i>Lo relacioné con tubitos que van y vienen</i></p>
Química Cotidiana	<p><i>Tiene relación con los productos de limpieza. También con las fábricas de pintura, los materiales de pintura tienen mucho que ver con la Química, porque el esmalte sintético tiene que ver con la química, de hecho son químicos los que la fabrican. Se que del petróleo se sacan materias primas para las fábricas y los combustibles. En el barrio había una fábrica de productos de limpieza que escuché que trabajaban con productos tóxicos y he visto alguna vez un derrame de productos químicos que desprenden feo olor.</i></p> <p><i>Yyyyyyyy más o menos se lo que es lo químico. La Física sería la energía y todo eso y la Química para mí es la elaboración de todo.</i></p>
Química Disciplinar	<p><i>La Química para mí es la sustancia que puede ser transformada o revertida para buen o mal uso</i></p> <p><i>La Química es como la fusión. De eso siempre me acuerdo, de la fusión</i></p> <p><i>La reacción de la mezcla de líquido o productos para un fin beneficioso</i></p> <p><i>Para mí es una forma de trabajar con la ciencia</i></p> <p><i>Para mí la Química es la ciencia que estudia las diferentes propiedades de la materia como energía, tiempo, velocidad, espacio</i></p> <p><i>Estudia los diferentes elementos, complementos de diferentes elementos que hay en la tierra. Ejemplo: Hierro, magnesio, estaño, etc.</i></p>
Química como espacio curricular	<p><i>Una materia que voy a aprender en quinto año, acá dentro del sistema penitenciario</i></p> <p><i>Cuando llegue a hacer el curso de Química, voy a saber que es para tener más conocimiento</i></p>

4. Conclusiones

En este trabajo, se presentan los primeros resultados de un estudio que busca caracterizar las Representaciones Sociales sobre Química en estudiantes privados de su libertad para poder pensar en propuestas didácticas que favorezcan el aprendizaje de las ciencias experimentales en contexto de encierro.

Considerando las RS obtenidas, nos proponemos incorporar como estrategia de enseñanza en contexto de encierro, secuencias didácticas que contemplen y tengan en cuenta como punto de partida, los materiales y actividades en las cuales se desempeñaba el alumno previamente en su ambiente laboral particular (materiales de construcción, productos de limpieza, entre otros), como así también integrar ejemplos cotidianos en general que favorezcan el aprendizaje y apropiación de los contenidos disciplinares. Esto hará que no sólo se sientan más seguros y mejor predispuesto a la enseñanza de las ciencias porque poseen la experticia de su oficio, sino que también facilita la comprensión de los contenidos disciplinares emanados de la experiencia práctica de su trabajo.

Los estudiantes poseen un bagaje de conocimiento práctico muy fuerte sobre metalurgia, pintura y construcción, es decir que manejan conocimientos sobre las características y transformaciones macroscópicas de ciertos materiales. Resulta de utilidad pensar en estas experiencias prácticas como puerta de entrada para abordar los contenidos específicos disciplinares y avanzando en profundidad, estudiar que ocurre a nivel submicroscópico con ese material.

De esta manera el alumno privado de libertad se empoderaría del conocimiento que construye con significados que le son propios y entendería lo que significa ser capaces de participar plenamente de la vida social a la que será reinserto y amplíen su potencial de posibilidades que significa ser humano y vivir en una sociedad donde él será un componente importante y activo de las decisiones sociocientíficas que caben en ella.

Nos proponemos entonces, desarrollar una secuencia didáctica sobre un contenido específico donde se propongan actividades tendientes a poner en juego la experticia y conocimientos previos de los estudiantes sobre sus respectivos trabajos realizados fuera del sistema penitenciario y dónde también se aborden aspectos del enfoque epistemológico del conocimiento que se propone trabajar, fundamentalmente el rol humano. Implementar la secuencia didáctica mencionada, realizando a través del método experimental, un estudio longitudinal que tenga en cuenta las representaciones sociales sobre un contenido determinado antes y después de la implementación de la secuencia.

5. Agradecimientos

Se agradece el apoyo de los proyectos de investigación CAI+D 2020 UNL PI 50520190100017LI y ASACTEI IO-2019-103, así como también al personal docente y estudiantes de la Escuela de Enseñanza Para Adultos N°1316.

6. Referencias

- [1] Moscovici, S. (1986). *Psicología Social II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales*. Paidós.
- [2] Naciones Unidas. (2016). Objetivos para el Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- [3] Mireles, O. (2012). ¿Qué es la excelencia académica? Representaciones sociales en el posgrado. *Representaciones sociales: emociones, significados y prácticas de la educación superior*. (pp. 51-82). IISUE-UNAM.
- [4] Gutiérrez, S. y Dunia, C. (2008). Motivaciones de los jóvenes para estudiar la comunicación social. Un estudio en representaciones sociales. En: J. M. Piña, S. Gutiérrez y M. I. Arbesú. (Coord.). *Educación superior. Representaciones sociales*, (pp. 183-123).
- [5] Arbesú, M. I., Gutiérrez, S. y Piña, J. M. (2008). Representaciones sociales de los profesores de la UAM–X sobre la evaluación de la docencia e investigación. *Reencuentro* 53. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/340/34005308.pdf>
- [6] Cuevas, Y. (2016). Recomendaciones para el estudio de representaciones sociales en investigación educativa. *Cultura y representaciones sociales*, 21, 109-140.
- [7] Correa, A y Acin, A. (2012). Sentidos del trabajo y la educación en poblaciones problemáticas: representaciones sociales y subjetividad. *Anuario de Investigaciones de la Facultad de Psicología*, 1, 277-292.
- [8] Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory Strategies for Qualitative Research*. Aldine Publishing Company.

La educación sexual integral en el profesorado universitario de biología

María Fernanda Pagura¹ y Ana Cristina Santos Duarte²

¹ Facultad de Ciencias Económicas Universidad Nacional del Litoral (Argentina)

paguraf@gmail.com; fpagura@fce.unl.edu.ar

² Universidade Estadual Sudoeste de Bahia (Brasil)

tinaduarte2@gmail.com

Resumen

El artículo presenta hallazgos de la investigación sobre sentidos epistemológicos y prácticas curriculares sobre la sexualidad y la educación sexual en el profesorado de Biología de la Universidad Nacional del Litoral. Un objetivo del presente escrito es mostrar algunos trazos acerca de los conocimientos y posicionamientos del estudiantado sobre las categorías teóricas mencionadas. Otro objetivo, recuperar las voces de la docencia acerca de la inclusión de la Educación Sexual Integral (ESI) en la formación universitaria. La pesquisa se lleva a cabo desde una combinación metodológica cuantitativa y cualitativa. Entre los hallazgos se destaca el reconocimiento de un abordaje de educación sexual asociado a lo reproductivo, escasa inclusión de la educación sexual integral en las propuestas curriculares y en la vida institucional.

Palabras clave: Profesorado Universitario de Biología; Educación Sexual Integral; Metodologías cuantitativa y cualitativa

1. Introducción

Las categorías teóricas “sexualidad”, educación sexual” y “educación sexual integral” condensan diferentes sentidos y significados que pugnan entre sí, transitando las instituciones y trayectorias educativas desde y con esa polisemia. Algunos posicionamientos sobre dichas categorías suelen colisionar con la normativa vigente. En este sentido, el escenario actual sintetiza situaciones de ampliación de derechos, de provocaciones, encrucijadas y dilemas fruto de décadas de luchas de distintos movimientos políticos y sociales (colectivo de mujeres y de disidencias sexuales) y de producción teórico conceptual de los inquietos e inquietantes estudios de género. Clima de época muy particular puesto que en su configuración se reconoce la pandemia del COVID 19, con las concomitantes transformaciones en los vínculos sexo afectivos, de enseñanza y aprendizaje y en el ejercicio de los derechos sexuales y reproductivos (por ejemplo, el derecho a la educación sexual integral, a una vida libre

de violencia de género, violencia sexual, a la no discriminación por identidad sexual, expresión de género, orientación sexual, al acceso a los métodos de prevención de ITS y de embarazo, entre otros).

Durante las últimas dos décadas, se reconocen cambios paradigmáticos en torno a los derechos sexuales y reproductivos que se plasman en diversos documentos colectivos. Uno de ellos, la Organización Mundial de la Salud [1] que, comenzando el siglo XXI, define la sexualidad como constitutiva de la experiencia humana atravesada por relaciones de poder. Antecede a este posicionamiento, la Conferencia de Beijing [1] en la cual se sintetizan décadas de luchas de sentidos y significados sobre el cuerpo, la sexualidad y el placer, reconociéndose los derechos sexuales y reproductivos como derechos humanos.

En la primera década del siglo XXI, Argentina construye un plexo normativo que fortalece el ejercicio de derechos sexuales y (no) reproductivos, y a su vez, genera la necesidad de repensar las políticas públicas en educación y salud, el currículo, la enseñanza y el aprendizaje de contenidos vinculados a la sexualidad, como así también la vida cotidiana en las instituciones educativas de los distintos niveles. Paradójicamente, las instituciones de formación de formadores ya sea universitario o no universitario, son las que quedaron relegadas en las investigaciones, los procesos reflexivos y en las modificaciones curriculares.

Los discursos científicos de la modernidad han jugado un papel importante en los sentidos sobre la sexualidad [3] , [4] , [5] a partir de “efectos de verdad” que generan las clasificaciones permanentes a las que están sometidos los cuerpos. La enseñanza, tanto de las ciencias físico naturales como las sociales, no queda al margen de las prácticas patriarcales cis heteronormadas sobre los cuerpos, la sexualidad, el deseo y se conjugan eficazmente con prácticas prescriptivas que la pedagogía arrastra también en su propia historia [6].

A pesar del giro lingüístico post estructuralista del Siglo XX, se reconoce que aún subsiste la creencia sobre la “neutralidad” positivista en las ciencias físico-naturales y sus discursos argumentativos. Autoras como Fox Keller [7], Fausto Sterling [8] y Haraway [9] reconocen que dichos argumentos de la Biología sobre la naturaleza son desestabilizados desde los cuerpos diversos, pero también, desde el paradigma de derechos del Siglo XXI.

Históricamente, en el sistema educativo argentino como en aquellos constituidos en el marco de los Estados nacionales (Siglos XIX y XX), los espacios curriculares asociados a la Biología, se visualizaron como el espacio curricular “natural” (expresión que requiere ser problematizada) para abordar temas de educación sexual, circunscribiéndola a la dimensión reproductiva en el marco del paradigma biomédico. Revisitando la historia se reconoce la consolidación de modelos educativos que se fueron combinando y fluctuando entre la prevención, el “riesgo” de padecimientos ante el ejercicio de prácticas por fuera de lo “normal” y dosis de la moral epocal [10]. A lo largo del siglo XX se reconoce la consolidación de una “autoridad epistemológica” que ordena los cuerpos, los clasifica, posiciona lo “natural” como destino, instituyendo en parámetro el binomio normal/anormal, patologizando las diferencias y generando regímenes de verdad sobre las identidades.

Incluir la Educación Sexual Integral (ESI) en la formación docente universitaria, en principio, invita a discutir con el axioma que sostiene que la sexualidad es una “función natural” [8]. La sexualidad es un campo de lucha por el sentido y los significados, un dispositivo de poder que genera regulaciones y tecnologías biopolíticas [11] sobre los cuerpos (sexuados). Desde este posicionamiento la ESI deja al descubierto que la división sexual es una categoría teórica desde la cual se mira, se ontologiza y se viven las relaciones humanas. La división sexual no se agota en la cuestión de género, y lo sexual no se agota en la genitalidad, sino que remiten a procesos de sexuación que se sostienen desde una matriz dicotómica, binaria y excluyente. Cuando A que se define a partir de no ser A, se construyen jerarquías y legitima la distribución desigual del poder. Garantizar la ESI en la educación universitaria es formar en herramientas para hacer político lo personal que interpela e invita, tanto a docentes como estudiantes, a revisar la propia experiencia personal y leerla desde los procesos estructurantes de las relaciones económicas, políticas, socio cultural, éticas y estéticas en clave de división sexual del poder. Lo personal es político y la ESI, la posibilidad histórica de acompañar a estudiantes en el tránsito por esa deconstrucción hacia la justicia sexual. Moviliza este escrito -y la investigación en la que se inscribe- la intención de repensar las oportunidades que ofrece la Biología para instalar nuevas preguntas y miradas sobre la sexualidad. Para ello hay que hacer un ejercicio de arqueología sobre los conceptos, de genealogía de los sentidos [3] , [12] , [13] y cruzar con el análisis de la enseñanza de los mismos, proceso que suma complejidad por la transposición didáctica [14] , [15].

Desde la convicción que, para planificar cambios, se necesita conocer el contexto y las “mochilas” del estudiantado construidas en trayectoria educativas de más de doce años, las cuales conviven, dialogan y se resignifican en la vida universitaria. Particularmente en este artículo, interesa identificar conocimientos y posicionamientos del estudiantado de la carrera de Biología sobre sexualidad y educación sexual. Desde la certeza que los actores institucionales tienen mucho para aportar en la formación universitaria con miras a fortalecer la ciudadanía sexual, otro propósito del presente escrito es analizar voces de la docencia de la mencionada carrera, acerca de posibles estrategias para garantizar la ESI en la formación universitaria.

2. Contenido

El presente artículo es un recorte de la tesis doctoral en curso titulada “Los sentidos epistemológicos y prácticas curriculares en torno a la sexualidad en los profesados de Biología en los ámbitos universitarios y no universitarios: tensiones, vacíos y regulaciones”. El encuadre institucional es el Doctorado en Educación en Ciencias Experimentales, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB)- Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (FHUC) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Santa Fe- Argentina, y la tesis está dirigida por la Dra. Ana Cristina Santos

Duarte (UESB, Brasil) y la Dra. Graciela Morgade (UBA, Argentina). Uno de los objetivos generales de la investigación es reconocer sentidos epistemológicos y prácticas curriculares sobre los cuerpos y la sexualidad en la enseñanza en los profesorado de Biología universitario (FHUC-UNL) y no universitario (Instituto Superior del Profesorado N° 8, Santa Fe). Otro objetivo, es ofrecer recomendaciones situadas para que la educación sexual integral atraviese las prácticas curriculares de dichas carreras. Volviendo a este recorte, a continuación se presentan los objetivos que se proponen para el presente escrito.

2.1. Objetivos

Los objetivos del presente escrito son los siguientes:

Identificar algunos trazos acerca de los conocimientos y posicionamientos del estudiantado de la carrera universitaria de Biología sobre sexualidad y educación sexual.

Analizar voces de la docencia de la mencionada carrera acerca de posibles estrategias para garantizar la ESI en la formación universitaria.

2.2. Diseño metodológico

Los datos que se presentan fueron producidos a partir de un diseño combinado entre las perspectivas cuantitativa y cualitativa en dos poblaciones de estudio: estudiantes y docentes de las carreras mencionadas.

Respecto del universo de estudiantes del profesorado de Biología FHUC-UNL, se organizó el trabajo de campo desde un enfoque cuantitativo, a partir de la aplicación de una encuesta virtual -compartida por la docencia en sus cátedras- de participación voluntaria entre el estudiantado durante el mes de abril 2021. Una vez sistematizados los datos en una matriz en el programa Excel, se aplicaron operaciones de estadística descriptiva para el análisis de los mismos.

En cuanto al universo de docentes del profesorado, se organizó el abordaje desde un enfoque cualitativo, generando el corpus empírico a partir de entrevistas semi estructuradas en una muestra de doce profesoras y profesores durante febrero y marzo 2021. Respecto del análisis de datos, para el presente artículo, se aplicó análisis de contenido a partir de la categoría “inclusión de la ESI en el profesorado de Biología”. Es necesario aclarar que es la primera etapa de análisis de las entrevistas. En la segunda etapa, se utilizarán las herramientas metodológicas del método comparativo constante para reconocer los marcadores de sentidos.

3. Los resultados cuantitativos y análisis cualitativo

3.1. Conocimientos y posicionamientos del estudiantado

En el caso de estudiantes, se construyó una muestra no probabilística casual compuesta por 83 estudiantes (n=83), autoreferenciándose como mujeres el 80%, el 19% como varones y 1% como varón trans. El 93% de las personas de la muestra

egresaron del secundario entre los años 2010 y 2020, es decir transitaron el nivel secundario en el marco de la plena vigencia de la Ley Nacional N° 26150/2006 que crea el Programa Nacional de Educación Sexual Integral. Definir la trayectoria educativa como una construcción que incluye los diferentes niveles que transita cada estudiante, justifica que en el cuestionario se hayan incluido preguntas sobre la biología y la educación sexual en el nivel secundario. El estudiantado llega al profesorado de Biología con una mochila conceptual y disciplinar.

Respecto de la formación universitaria, del total de muestra, el 75% manifiesta no haber abordado temas de educación sexual en su tránsito por la carrera. El 25% restante, expresa que sí lo hicieron en los siguientes espacios curriculares: el 62% en el Seminario Optativo Género y ESI interpelando las ciencias y las políticas públicas, el 33% en el Taller Educación para la Salud y el 5% restante, en otras materias.

Interesa mostrar que si bien el 84% del estudiantado muestreado reconoce que la ESI es un derecho, cuando se profundiza en otros conocimientos que son parte de los contenidos curriculares de la misma, el porcentaje disminuye sensiblemente. A modo de ejemplo, el 87% de la muestra reconoce la existencia de la Ley Nacional N° 26743/2012 de Identidad de Género. Es interesante observar lo que ocurre cuando se presenta la siguiente afirmación: “hay que tener 18 años o más para solicitar cambio de identidad”, enunciación que no condice con el articulado de dicha normativa. El 49% del estudiantado de la muestra, dice no saber si es correcta; el 30% manifiesta un conocimiento erróneo sobre la misma y sólo el 21% reconoció que no concuerda con los derechos establecidos en la Ley. Leyendo estos datos en proyección a un futuro próximo como docentes, el estudiantado muestreado puede tornarse un facilitador o una barrera para el ejercicio de derechos sexuales, por ejemplo, ante infancias y adolescencias trans presentes en las aulas.

Respecto de la orientación sexual, el 60% rechaza la idea que “se nace con una orientación sexual”, pero en el 40% restante se aglutinan tanto quienes afirman que esa afirmación es verdadera, como también quienes reconocen no saber si es verdadera o falsa. Resulta necesario aclarar que la orientación sexual refiere a la organización de erotismo hacia alguien del mismo género (homosexualidad), diferente género (heterosexualidad) o hacia ambos (bisexualidad). Se entiende la orientación sexual como una dimensión performativa de la subjetividad y del placer sexual. No es una determinación congénita, hereditaria, como tampoco una “elección”. Se trata de la vivencia del erotismo y el placer, experiencias de la subjetividad sexuada que están reguladas desde la cis-heteronorma [5].

Autoras como las mencionadas [7] , [8] , [9] reconocen que los argumentos de la Biología sobre la naturaleza son desestabilizados desde los cuerpos diversos, pero también, desde el paradigma de derechos del Siglo XXI. En este contexto es esperable discutir el determinismo biológico en las identidades de género y la orientación sexual. Con miras a recuperar el posicionamiento del estudiantado, se decidió incluir una frase que recupera a Simone de Beauvoir [16] pero afirmando exactamente lo contrario a lo planteado por la filósofa francesa: “se nace mujer/se nace varón”. El 36% de la muestra de estudiantes dijo que es falsa, mientras que el 47% asegura que es verdadera, mientras que el 17% restante manifestó no saber si es verdadera o falsa. En síntesis, al sumar estas dos últimas categorías, se reconoce que el 64% sostiene que el dato genital del cuerpo recién nacido determina el género.

Estos datos, invitan a reflexionar sobre la permeabilidad real de las perspectivas epistemológicas de la ESI en los estudios secundarios y en la formación universitaria, al menos, en el profesorado de Biología.

Plantean González Del Cerro y Busca [17] que hay concepciones naturalizadas que se presentan como “lo normal”, tornándose discursos universales donde el cuerpo es destino. En ese sentido, sobreviene un interrogante inquietante acerca de la idea de naturaleza que se sigue sosteniendo como régimen de verdad.

Las autoras mencionadas plantean que la Biología como asignatura especialista en el mundo natural “representa un territorio sumamente fértil para complejizar y combatir el determinismo biológico, base epistémica sobre la que se monta y sostiene el sistema heteropatriarcal” [17]. Los posicionamientos teóricos son siempre políticos pues lo que está en juego es el poder. En ese sentido un interrogante inquietante podría ser el siguiente: ¿qué idea de naturaleza se sigue sosteniendo como régimen de verdad?

Estos datos, entre otros medidos en el cuestionario, invitan a conjeturar que los temas que conforman el abordaje curricular de la ESI no fueron abordados, o no fueron aprehendidos, a lo largo de la trayectoria educativa de esta muestra de estudiantes universitarios. Esta situación de injusticia curricular [18] atenta, tanto contra su formación como futuro profesional docente, como en el ejercicio de su propia ciudadanía sexual.

3.2. Análisis de entrevistas a docentes

Respecto de la docencia entrevistada, la mayoría dice no abordar temas de educación sexual integral, algunas personas que sí lo hacen pero desde una mirada biológica y otras, afirman que abordan temas de ESI. Todas y todos los entrevistados coinciden que es necesario revisar el diseño curricular del profesorado de Biología para garantizar la inclusión de la ESI como así también, la formación del propio equipo docente. En el diálogo se indagó sobre los motivos que justifican tal posicionamiento. Algunos decires de las primeras entrevista a la docencia:

“...hay que incluir (la ESI), tiene que estar formado en Educación Sexual Integral porque ellos van a ser formadores, ellos van a después ponerse en otros ambientes que no van a ser universitarios y se van a tener que enfrentar con muchas otras situaciones”. Entrevistado 1

“...primero: profesionalmente es muy necesario...Además, en muchos contenidos que tienen que dar en la escuela, la ESI es transversal y para eso tienen que saber y para eso también tienen que tener masticado, un poco, estos conceptos que, como te digo, cuando éramos estudiantes no los teníamos y uno explicaba, por ahí, daba anatomía humana así. Hablando del género masculino y femenino y sin otras cuestiones más y siempre a la profesora de biología le preguntaban sobre los embarazos y sobre las cuestiones de los adolescentes, que uno a veces tampoco sabía”. Entrevistada 2.

Estos aportes de sólo dos docentes, posibilitan recuperar varias líneas de análisis: una de ellas, el reconocimiento de la ausencia de formación en ESI en el profesorado universitario; otra, que la inclusión de la misma fortalece la formación profesional (en la dimensión integral, tal como plantea el estatuto de la UNL); la explicitación de la continuidad la biología como espacio curricular “clásico” para abordar el tema en el

nivel secundario (para el cuál están siendo formados); por último, la noción de “transversalidad” de la ESI en la formación aparece en los decires como parte de una convicción. Esta línea invita a recuperar los aportes de la docencia entrevistada sobre cómo imaginan la incorporación de la ESI en la formación.

Es necesario dejar asentado que, la categoría “transversalidad” es compleja y puede asumir diferentes significados para la docencia entrevistada. Ante la pregunta sobre cómo imaginan la incorporación de la ESI en la formación del profesorado, las y los informantes clave dijeron:

“Yo creo que tendría que estar en algún espacio curricular concentrado, en forma de materia, seminario, media materia o unidades dentro de una materia, seguro. Pero tiene que estar también transversalizado, sobre todo hablando de estudiantes de profesorado, porque hay muchas otras instancias didácticas, pedagógicas, de prácticas profesionales, prácticas docentes, en las que esas ideas no pueden ser olvidadas sino que tienen que ser ejercitadas”. Entrevistada 2.

“Lo primero que podría decir es ver que haya una decisión, en un punto política, como grupo, como institución, de que eso es necesario. (...) Ahora, ¿qué falta? No sé... primero, que haya alguna voluntad. No sé bien qué se trabaja en general pero que esté la voluntad de trabajarlo y después contextualizarlo o darle la importancia y lugar que tiene en relación a los contenidos de las distintas cátedras”. Entrevistada 2.

“Una cuestión que puede ser interesante, por decirlo puntualmente, que se organice desde el departamento que se empiece a discutir desde los docentes. Por lo menos para que el que no lo tenga, que lo empiece a tener en la cabeza y lo empiece a pensar en el contexto de sus contenidos. Entrevistada 3.

Desde estas extracciones de las entrevistas se reconocen importantes aportes de la docencia que abre el juego a pensar el cómo, dónde y qué se necesita para la incorporación de la ESI en el profesorado.

Las y los profesores entrevistados, sostienen que importante contar con voluntad política para garantizar el proceso de inclusión de la ESI. Si bien, la entrevistada 2 la asocia a la voluntad del grupo y de lo institucional, esta última bien puede remitir a la voluntad del gobierno y la gestión. En todos los casos, se anticipa potenciales conflictos en torno a sentidos y significados de la educación sexual que pueden entrar en pugna ante decisiones curriculares. Tal como plantea Rogerio Junqueira [19] “...el currículo (cualquiera sea) constituye un artefacto político y una producción cultural y discursiva. Es decir, el currículo se relaciona con la producción socio-histórica del poder por medio de producción de reglas y patrones de verdad...”.

Respecto del cómo y cuándo incorporar la ESI la docencia entrevistada propone diferentes formatos, tales como seminario, materia, unidades con miras a la curricularización de la ESI y que no transcurra únicamente por espacios optativos y/o electivos. Otro aporte interesante lo constituye el hecho que la docencia entrevistada se está preguntando sobre el momento de inclusión de la ESI en términos de organización del plan de estudio: visualizan que no es lo mismo al comenzar la carrera que cuando están avanzados en la misma, conjugan la posibilidad que esté en distintos tiempos de la formación, lo cual también habilitaría a la profundización de contenidos y al diálogo de los mismos en clave de transposición didáctica (por ejemplo, en la “práctica docente”).

Se identifica una persistencia en la transversalidad de la ESI. Es una propuesta muy poderosa para que la ESI dialogue y pongan en discusión los núcleos duros de la disciplina en general y las áreas en particular.

Por último, un aporte más que interesante resulta escuchar la demanda de espacios de discusión hacia el interior del departamento, entre el colectivo de docentes que puede leerse tanto como una necesidad de “saber lo que piensan sus colegas”, como así también, una demanda de formación para la docencia.

En esta última línea de análisis, otra docente dice:

“Si vos me decís a mí yo te diría: no, no sé qué piensan los demás (refiere a sus colegas) sobre esto. Tal vez, están super conscientes y está integrado a las cátedras, pero tal vez no (...) Porque el que lo tiene integrado, también puede contar experiencias para que otros lo integren. Seguramente hay gente que lo está trabajando un montón, y otros que como yo, no lo hacen. Entonces, con la experiencia de otros, puede ser una buena manera de empezar a pensarlo en mis contenidos”. Entrevistada 3

Por último, interesa recuperar un trazo de época que fue permeando la investigación y el presente escrito. El contexto social, mediático, educativo (inclusión de la ESI desde el nivel inicial) que, desde el 2015 en adelante, marca las discusiones intergeneracionales al interior de las familias, que movieron posicionamientos en personas adultas a partir de la interpelación de sus hijas e hijos. Y en el mismo movimiento, derrama en reflexión sobre sus prácticas docentes. Dice una entrevistada:

“...por suerte, por lo menos desde mi experiencia como madre de un niño que tiene Educación Sexual, también la familia se modifica. Por suerte en todas estas cuestiones...Porque los chicos tienen ESI entonces uno tiene que aprender con ellos. Yo digo: una persona, un docente, que sea más grande, que a lo mejor no esté en contacto con la escuela, y que hace muchos años que da la clase igual, probablemente no tenga esa apertura, entonces está bueno que se ofrezca formación de ese contenido, sería buenísimo”.

Tal vez, en la universidad ocurre que aquello que no entra por la puerta grande, busca las hendiduras, las fisuras para ingresar sin permiso.

5. Conclusiones

Moviliza esta pesquisa la intención de repensar las oportunidades que ofrece el profesorado de Biología para instalar nuevas preguntas y miradas sobre la sexualidad. Para ello, se propone un ejercicio de arqueología sobre los conceptos y de genealogía de los sentidos y cruzar con el análisis de la enseñanza de los mismos.

El análisis del corpus empírico construido invita a conjeturar que, las trayectorias educativas del estudiantado del profesorado de Biología, mostraron un enfoque sobre sexualidad desde una mirada biológica, que hace foco en lo reproductivo como función natural, argumentos que siguen teniendo valor de verdad. Se reconoce que el estudiantado consultado denota apropiación de conocimientos, por ejemplo, sobre la existencia de la normativa sobre derechos sexuales, aunque es urgente trabajar en la apropiación real para el ejercicio pleno de la ciudadanía sexual, como también en la formación para el ejercicio profesional.

En relación a la docencia consultada, se visualiza un reconocimiento de la ESI como derecho que es necesario garantizar en el profesorado universitario atendiendo al doble rol del estudiantado: como sujeto de derechos sexuales y como futuros profesionales de la educación. Sostener la inclusión de la ESI en la formación refleja el reconocimiento de la ausencia de la misma. Esto no debe confundirse con que, actualmente, en el profesorado de Biología no hay educación sexual. Tal como dice la docencia seleccionada para este escrito, posiblemente convivan diferentes significados sobre la educación sexual. Por lo tanto, gestar espacios de intercambio, formación y toma de decisiones curriculares y políticas entre la docencia, la gestión y el gobierno de la facultad, parece una tarea necesaria y urgente. Esos espacios de diálogo, posiblemente, favorezcan darle forma al cómo, dónde y cuándo incluir la ESI en el profesorado de Biología. Y tome encarnadura en las aulas, el currículum y la vida institucional universitaria.

6. Referencias

- 1] Organización Mundial de la Salud, “Promociones para la Salud Sexual. Recomendaciones para la acción” (2000). (https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2009/promocion_salud_sexual.pdf)
- 2] Naciones Unidas. “Cuarta Conferencia Mundial de Beijing sobre la Mujer”. (1995). <https://www.un.org/womenwatch/daw/beijing/fwcwn.html>
- 3] Foucault, M. (2006). *Historia de la Sexualidad I, II y III*. Siglo XXI.
- 4] Morgade, G. (2016). *Educación Sexual Integral con Perspectiva de Género. La Lupa de la ESI en el Aula*. Homo Sapiens.
- 5] Preciado, B. P. (2008). *Testo Yonqui. Sexo, drogas y Biopolítica*. Paidós.
- 6] Cerletti, A. (2008). *Repetición, Novedad y Sujeto en la Educación. Un Enfoque Filosófico y Político*. Del Estante.
- 7] Fox Keller, E. (2000). *Lenguaje y Vida; Metáforas de la Biología en el Siglo XX*. Manantial.
- 8] Fausto Sterling, A. (2006). *Cuerpos Sexuados*. Melusina.
- 9] Haraway, D. (1995). *Ciencia, Cyborgs y Mujeres. La reivindicación de la naturaleza*. Cátedra.
- 10] Morgade, G. (2011). *Toda Educación es Sexual*. La Crujía.
- 11] De Lauretis. (1987). *A Tecnologia de Género*. 1987. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5673685/mod_resource/content/4/DE%20L_AURETIS%20Teresa.%20A%20Tecnologia%20do%20G%C3%AAnero%20%281987%29.pdf
- 12] M. Foucault. (1984). *Historia de la locura*. <http://biblioteca.d2g.com>
- 13] Foucault, M. (1991). *La arqueología del saber*. Siglo XXI.
- 14] Guirtz, S. (1987). *Del Currículum Prescripto al Currículum Enseñado. Una Mirada a los Cuadernos de Clase*. Aique.
- 15] Bernstein, B. (1990). *Poder, Educación y Conciencia*. El Roure.
- 16] De Beauvoir, S. (1987). *El Segundo Sexo*. Sudamericana.
- 17] González del Cerro, C y Busca, M. *Más allá del Sistema Reprodutor. Aportes para la Enseñanza de la Biología desde la Perspectiva de Género*. Homo Sapiens.

18] Connel, R. (2014). *Escuela y Justicia Social*. Morata.

19] Junqueira, R. (2014). A Pedagogia do Armário: Heterossexismo e Vigilância de Gênero no Cotidiano Escolar Brasileiro. *Annual Review Critical Psychology*, V.11, 189-204.

Análisis de las representaciones visuales de genética en libros de texto

Michelle Alvarez¹, Ignacio Idoyaga^{1,2}, María Gabriela Lorenzo^{1,2}

¹ Universidad de Buenos Aires (Argentina)
alvarez.michelle.m@gmail.com; iidoyaga@ffyb.uba.ar

² CONICET (Argentina)
glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen. Las investigaciones actuales muestran que las representaciones visuales utilizadas en la educación condicionan fuertemente el aprendizaje de los conceptos de genética. Estas representaciones pueden ser de diferentes tipos y aludir a diferentes niveles representacionales, lo que complejiza su significación. El objetivo de esta investigación fue poner a prueba dos sistemas de categorías presentes en la literatura para el análisis de las representaciones visuales en libros de texto para la enseñanza de Biología en el caso particular de las representaciones de genética considerando tres temas centrales: ácidos nucleicos, reproducción celular y herencia. Se observaron ciertas correlaciones entre el tipo de recurso visual utilizado y el tema central. En cuanto a los niveles representacionales se discute la importancia de redefinir las categorías de análisis para las RV del campo particular de la genética.

Palabras clave: Representaciones visuales. Genética. Libros de texto.

1. Introducción

La enseñanza de la genética, al igual que la de las ciencias naturales, se sostiene en un híbrido semiótico [1] que incorpora el uso sinérgico de distintas representaciones lingüísticas y visuales (RV) contribuyendo con la construcción de significados canónicos de las ideas de la ciencia en contextos de enseñanza. Las RV son el tipo particular de representación permanente compuesta por diferentes elementos (líneas, puntos, manchas, colores) cuya disposición en una superficie bidimensional encierra un significado [2].

Las investigaciones actuales muestran que las RV utilizadas en la educación condicionan fuertemente el aprendizaje de los conceptos de genética [3]. Sus características representacionales pueden actuar como obstáculos para el aprendizaje de los conceptos o, por el contrario, podrían operar como prótesis cognitivas [4] favoreciendo la construcción de los modelos de ciencia. Por lo tanto, enseñar con representaciones constituye un reto para el colectivo docente y requiere la reflexión crítica en torno a su naturaleza, su selección y el uso que se hace de estas.

Para estudiar las RV aplicadas a los contenidos de la genética resultan de utilidad dos propuestas de clasificación desarrolladas para la Biología. La primera considera el grado de iconicidad, la función y relación establecida con el objeto representado. Del diálogo entre estos criterios se derivan cuatro grupos, los cuales se disponen en un continuo iconicidad-abstracción [5] (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de acuerdo con el tipo de RV. Tomado de López Manjón y Postigo [5].

	Nombre	Descripción
<i>Ilustraciones</i>	<i>Fotografía</i>	Reproducen todos los elementos externos del fenómeno representado.
	<i>Imagen técnica</i>	Reproducen los elementos internos del fenómeno representado a través de diversos medios técnicos.
	<i>Dibujo</i>	Representaciones icónicas que muestran selectivamente una correspondencia analógica de algunos aspectos del objeto representado.
<i>Diagramas visuales</i>	<i>Diagrama de estructura</i>	Presentan las características físicas de las partes del objeto representado y su disposición en el espacio.
	<i>Diagrama de proceso</i>	Presentan la evolución del fenómeno, así como los cambios de las partes de este a través del tiempo
<i>Diagramas verbales</i>	<i>Mapa conceptual</i>	Organización espacial de información verbal representando interrelaciones jerárquicas entre distintos conceptos de forma explícita y esquemática con diversos elementos gráficos y palabras clave
	<i>Tabla</i>	Representan las interrelaciones entre distintos contenidos conceptuales a través de llaves, cuadros, flechas
<i>Representaciones cuantitativas</i>	<i>Gráfico</i>	Presentan la relación cuantitativa entre dos o más variables a través de distintos elementos (gráficas de líneas, barras, sectores).

Esta clasificación se desarrolló para ser aplicada a temas del cuerpo humano en libros de texto de Biología y, por lo tanto, su aplicación en la bibliografía de genética resulta plausible. Sin embargo, dada la diferencia entre los fenómenos y estructuras que se enseñan en uno y otro campo, es necesaria una revisión y adaptación de las categorías para dotarlas de especificidad de dominio y poder obtener un instrumento de análisis que permita caracterizar las RV de genética.

La segunda clasificación para las RV está inspirada en los niveles de representación de la química (macroscópico, submicroscópico y simbólico), adaptada a la Biología, donde las entidades se representan según su tamaño relativo y el nivel de organización de los seres vivos al que pertenecen [6]. En este sentido, la idea de niveles de organización de los seres vivos, un concepto estructurante de esta disciplina resulta de utilidad. Las entidades que conforman a la Biología pueden clasificarse de acuerdo con el nivel de organización al que pertenecen. Estos niveles consideran la complejidad, escala de tamaño, propiedades emergentes de las entidades que los conforman, entre otros. Las autoras Menegaz y Mengascini establecen niveles de complejidad creciente jerárquicos y no estrictamente lineales, desde un enfoque sistémico que supone a cada

nivel como un sistema, considerando tres aspectos: los elementos que lo componen, las interacciones entre dichos elementos y las características emergentes que derivan de esto [11]. Si bien la Biología se ocupa de estudiar desde el nivel molecular hasta el nivel ecósfera, en el caso particular de la genética que se estudia en el nivel medio de la escuela secundaria, resultan de interés los niveles: población, individuo, células, estructuras subcelulares y moléculas [7]. De este modo, se definen cuatro niveles de representación para la Biología [6] que se relacionan con los múltiples niveles de organización biológica (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de acuerdo con el nivel de representación. Tomado de Treagust y Tsui [6].

Nivel	Descripción
<i>Macroscópico</i>	Incluye las estructuras que hipotéticamente podrían ser vistas a ojo desnudo. Las observaciones de las estructuras de este nivel y las representaciones realizadas a partir de estas fueron las que dieron origen a la Biología como disciplina.
<i>Microscópico</i>	Incluye a las estructuras serían sólo visibles bajo un microscopio óptico como células de diversos tipos; o bajo un microscopio electrónico, como estructuras subcelulares.
<i>Submicroscópico</i>	Incluye las estructuras que no son visibles con microscopio y que pueden ser identificadas con técnicas analíticas como cromatografía, electroforesis o centrifugación.
<i>Simbólico</i>	Proporciona representaciones de los fenómenos a través de símbolos arbitrarios como los que se usan en fórmulas, vías metabólicas, ecuaciones químicas, árboles filogenéticos, entre otras.

Las estructuras que conforman a la vida (genes, proteínas, células, tejidos, órganos) guardan una relación jerárquica de manera que los elementos de un nivel constituyen a los del próximo; por ejemplo, las células constituyen tejidos, que a su vez constituyen órganos. En el caso particular de los fenómenos genéticos, su dinámica es típica de los sistemas organizados jerárquicamente en el sentido de que las interacciones en los niveles inferiores de la organización producen efectos en la organización superior. Por lo tanto, comprender los fenómenos genéticos implica comprender cómo los mecanismos e interacciones a nivel molecular (genes, proteínas) y nivel microscópico (células) producen efectos a nivel macroscópico (individuo, población) lo que constituye un obstáculo para el aprendizaje de los estudiantes [7].

La naturaleza de la genética explica por qué en sus RV aparecen los niveles de representación combinados, lo que complejiza su significación. La genética tiene la particularidad de presentar RV de todos estos niveles ya que es una disciplina que surgió del estudio fenotípico pero, conforme avanzaron las tecnologías, se valió de conocimientos moleculares para fundamentar sus principios [8]. Las categorías de Treagust y Tsui son una buena herramienta para comenzar a describirlas. Sin embargo, es posible advertir algunas limitaciones cuando se aplican estos niveles sobre las RV de genética. Consecuentemente, se hace necesaria una puesta a prueba de estas categorías sobre los materiales utilizados para enseñar genética de manera de obtener un instrumento de análisis óptimo.

En particular, en la educación secundaria de Buenos Aires, los contenidos de genética abordados en la asignatura Biología, pueden agruparse en al menos tres temas centrales: ácidos nucleicos (AN), reproducción celular (RC) y herencia (H). En los materiales didácticos empleados para enseñar estos contenidos, los niveles de representación se combinan en las RV complejizando su significación.

Para avanzar con el estudio de las RV, los libros de texto son una de las fuentes ineludibles tanto por el valor que le adjudican los docentes como por el alto porcentaje de RV que presentan [5]. En el caso particular de los contenidos de genética se advierte la presencia de variedad de niveles de representación, muchas veces combinados. No obstante, son pocas las investigaciones dedicadas al estudio de las RV en libros de texto dedicados a la enseñanza de Biología en general y menos aún, de los contenidos de genética en particular [9]. Por consiguiente, este trabajo plantea un primer análisis de las RV de genética desplegadas en un libro de texto de secundaria para la enseñanza de Biología que pueda hacerse extensible a otros materiales didácticos.

2. Metodología

Se presenta un estudio piloto descriptivo con enfoque cualitativo en el que se someten a prueba dos sistemas categoriales diferentes para el análisis de representaciones visuales presentes en la literatura especializada.

Objetivo

El objetivo de esta investigación es probar dos sistemas de categorías empleados en Biología: 1) Categorías de López Manjón y Postigo, tipo de representación [5] y 2) Categorías de Treagust y Tsui, nivel de representación [6]; para el análisis de las RV empleadas en las explicaciones de genética tomando como caso un libro de texto de Biología para el nivel secundario.

Materiales y métodos

Se seleccionó el libro Activados 2, Biología de la Editorial Puerto de Palos para el segundo año de la Educación Secundaria por su amplia difusión en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La muestra quedó conformada por 59 RV presentes en el cuerpo principal de las explicaciones en los capítulos 7 y 8 vinculados con genética.

En un primer momento, se identificaron las páginas de los capítulos de acuerdo con los temas centrales ácidos nucleicos (AN), reproducción celular (RC) o herencia (H) considerando los contenidos indicados en el diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria para Biología de segundo año, dentro del bloque de información genética [10]. Luego, se analizaron RV empleando categorías *a priori* según tipo de RV (Tabla 1) y nivel de representación (Tabla 2) por dos investigadores de manera independiente.

Los datos fueron analizados con el software ATLAS.ti v.8.

En un segundo momento, se detectaron puntos de vacancia a partir de los cuales, se redefinieron y delimitaron con mayor detalle algunas de las categorías originales.

3. Resultados

La aplicación del sistema categorial de la Tabla 1, permitió reconocer a los diagramas visuales de proceso (22) como el tipo de RV más frecuente seguido por las fotografías (Tabla 3). La cantidad y tipo de RV varía con los tres temas centrales. Para las explicaciones de AN y de H, se desplegó un mayor número de RV que para el tema H, siendo el promedio de RV por página de alrededor de 2 para todos los temas, lo que da cuenta de que al tema RC se le dedica un menor número de páginas. Respecto al tipo de RV, para el tema AN se priorizan los diagramas visuales de estructura, RC se enseña casi exclusivamente con diagramas visuales de proceso y H incluye estos últimos y también un número importante de fotografías.

Tabla 3. Cuantificación de las RV según tipo para cada tema central.

	Tipo de RV	Tema	Tema	Tema	Total
		AN	RC	H	
Ilustraciones	Fotografía	4	0	9	13
	Imagen técnica	4	0	2	6
	Dibujo	0	0	1	1
Diagramas visuales	Diagrama de estructura	8	0	1	9
	Diagrama de proceso	5	7	10	22
Diagramas verbales	Mapa conceptual	0	0	0	0
	Tabla	0	0	0	0
Representaciones cuantitativas	Gráfico	0	1	0	1
Total por tema		21	8	23	52

Sin embargo, 7/59 RV no pudieron ser clasificadas con el primer sistema categorial, lo que implicó una revisión de las categorías originales. En el desarrollo del tema H, se detectaron una serie de RV que presentaban la evolución de un fenómeno a través del tiempo utilizando palabras. Este tipo de RV, donde la variable tiempo rige la representación, son especialmente relevantes para pensar los procesos de reproducción y herencia. Si bien en las categorías originales se propone un tipo de RV que representa los cambios en los fenómenos a través del tiempo, las autoras lo vinculan específicamente con diagramas visuales. Dado que en estas RV halladas presentan exclusivamente información verbal organizada de una dada manera, como los diagramas verbales originales, no muestran los cambios físicos de las partes del fenómeno como los diagramas visuales de proceso, son relevantes para este dominio de conocimiento y suelen aparecer frecuentemente; se propuso como nueva categoría a los *diagramas verbales de proceso* (Figura 1.A). Además, aparecen tablas con componentes visuales, que generalmente son dibujos. Estas RV son muy propias del tema ya que a menudo son empleadas para representar las interrelaciones entre, por ejemplo, los genotipos y su expresión recurriendo a dibujos de flores, semillas, entre otros (Figura 1.B). Las autoras proponen a las tablas como RV puramente verbales, por lo tanto, fue necesario definir a las *tablas con componentes visuales* como aquellas RV que representan las interrelaciones entre distintos contenidos conceptuales a través de llaves, cuadros, flechas y que incluyen elementos que reproducen las características físicas del fenómeno u objeto representado, como dibujos o fotografías.

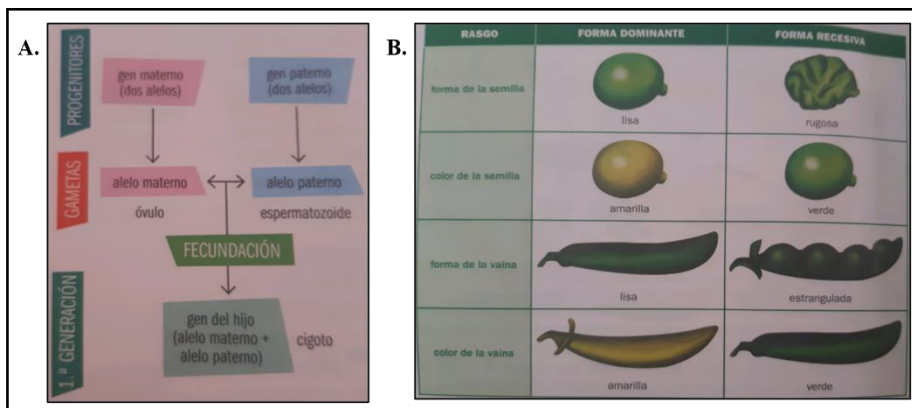


Fig. 1. A. Ejemplo de diagrama verbal de proceso. B. Ejemplo de tabla con componentes visuales. Tomado de Activado 2, Biología NES, Puerto de Palos.

En cuanto a los niveles de representación, tomando el total de la muestra, la gran mayoría de las RV refieren al nivel submicroscópico (21/59) seguidas por el macroscópico (18/59) y en menor proporción al nivel microscópico y simbólico (Tabla 4). Dentro de cada tema, en AN se destacaron las representaciones de nivel submicroscópico, en RC de nivel microscópico y en H de nivel macroscópico. Esto responde a la naturaleza de los fenómenos involucrados en cada tema los cuales son de orden molecular, celular y a nivel del individuo o población, respectivamente.

Tabla 4. Cuantificación de las RV según nivel de representación para cada tema central.

Nivel de representación	Tema AN	Tema RC	Tema H	Total
Macroscópico	5	0	13	18
Microscópico	6	6	1	13
Submicroscópico	14	5	2	21
Simbólico	5	4	7	16

Complementariamente, se consideraron el número de niveles a las que hacía referencia cada una de las RV. Si bien mayoritariamente, correspondieron a un único nivel representacional (uninivel, 38/59), en otros casos, presentaron al menos dos niveles de representación combinados, representaciones multinivel (21/59). El nivel simbólico casi siempre apareció en combinación con otros (13/16) y su frecuencia de aparición fue similar entre los temas. Esto daría cuenta del rol suplementario del nivel simbólico que aparece en combinación con otros en las RV de genética.

Al realizar el cruce entre ambos sistemas categoriales se observó que generalmente las ilustraciones, los diagramas verbales y los gráficos corresponden a un único nivel. Mientras que los diagramas visuales de estructura y de proceso suelen combinar más de uno.

A pesar de que las categorías propuestas por Treagust y Tsui permitieron categorizar las RV analizadas, se detectaron algunos aspectos que no resultaban debidamente considerados. En consecuencia, se revisaron los niveles representacionales aplicados al

campo de la genética en comparación con los que son propios de la Biología. Esto permitió redefinir los límites entre los niveles para ser aplicados a las RV de genética. Por lo tanto, se consideró que los niveles de organización individuo y población quedaban representados por el nivel macroscópico, así como las estructuras o partes de éstas que hipotéticamente podrían ser vistas a ojo desnudo, con anteojos o lupas. Las células y estructuras subcelulares, se representan a través del nivel microscópico y las moléculas, con el nivel submicroscópico. De este modo, el nivel simbólico permanece como un metanivel, incluyendo las palabras o términos técnicos específicos propios de la genética.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo han mostrado que los sistemas de categorías propuestos en la literatura para los RV de la Biología pueden utilizarse con ciertos ajustes al análisis de las RV de genética presentes en los libros de texto y en otros materiales didácticos.

A su vez, pudieron identificarse ciertos sesgos representacionales asociados a los temas centrales de la genética. En el tema ácidos nucleicos (AN) predominan estructuras y procesos moleculares (diagramas de estructura y de proceso de nivel submicroscópico); en el tema reproducción celular (RC) se desarrollan procesos celulares (diagramas de proceso de nivel microscópico) y en herencia (H) se recurre a procesos individuales y poblacionales (RV de nivel macroscópico). Adicionalmente, al revisar los temas centrales de la genética (AN, RC y H) se evidenció la necesidad de incluir el tema emergente relacionado con los usos y tecnologías del ADN (T) para entender los avances de la medicina y la investigación clínica, como también aspectos de su aplicación en desarrollos como la biotecnología, clonación, inseminación artificial, fertilización *in vitro*, medicina regenerativa, entre otros.

En cuanto a algunas características particulares detectadas en las RV de genética se observó que las fotografías, ilustraciones, imágenes técnicas u otras presentan un único nivel de representación mientras que, los diagramas visuales de estructura y de proceso son el tipo de RV que admite la presencia de más de un nivel de representación. Esto otorga una versatilidad representacional a este tipo de diagramas ya que puede mostrar al mismo tiempo estructuras de diferentes tamaños y combinar el nivel simbólico para ampliar las explicaciones a través de símbolos en los casos en que es necesario, por ejemplo, incorporando expresiones para el genotipo como AA, Aa o aa.

En esta línea, está previsto extender este análisis a otros libros de texto y materiales incorporando las categorías revisadas según los resultados de este trabajo. De este modo, se pretende diseñar un instrumento que, atendiendo a los lineamientos de la vigilancia representacional [12], resulte de utilidad para el colectivo docente para analizar los diferentes RV empleados en sus propuestas de enseñanza de los tópicos de genética de acuerdo con sus características y potenciales dificultades para el aprendizaje.

El presente estudio advierte la necesidad de reconocer a las representaciones multinivel como RV complejas y potencialmente obstaculizadoras de los aprendizajes. Bajo esta premisa, es necesario diseñar las propuestas de enseñanza recurriendo a

representaciones simples al comienzo y luego complejizándolas, incorporando más de un nivel representacional y realizando un trabajo de explicitación de esta incorporación.

Esta primera caracterización pone de manifiesto la importancia de avanzar en esta línea de investigación en vías de poder construir lineamientos que permitan sistematizar una favoreciendo el diseño de propuestas didácticas enriquecidas con RV que promuevan los aprendizajes.

5. Referencias

- [1] Lemke, J. L. (2002). La Educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica. En M. Benlloch (Ed.), *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones*. Paidós.
- [2] Pérez-Echeverría, M. P., Martí, E., & Pozo, J. I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22(2), 133–147. <https://doi.org/10.1174/113564010791304519>
- [3] Flores-Camacho, F., García-Rivera, B., Báez Islas, A., Gallegos-Cázares, L., & Calderón-Canales, E. (2020). Logros en la comprensión de temas de genética utilizando representaciones externas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 17(3), 617–627. <https://doi.org/10.25267/Rev>
- [4] Postigo, Y., & Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23(90), 89–110. <https://doi.org/10.1174/021037000760087982>
- [5] López-Manjón, A., & Postigo, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 551–570. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1319>
- [6] Treagust, D. F., & Tsui, C.-Y. (2013). Multiple Representations in Biological Education. In D. F. Treagust & C.-Y. Tsui (Eds.), *Multiple Representations in Biological Education, Series: Models and Modeling in Science Education* (Springer, pp. 3–19). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8>
- [7] Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2007). Reasoning Across Ontologically Distinct Levels: Students' Understandings of Molecular Genetics. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44(7), 938–959. <https://doi.org/10.3109/1556952910905213>
- [8] Gayon, J. (2016). From Mendel to epigenetics: History of genetics. *Comptes Rendus Biologies*, 339(7–8), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2016.05.009>
- [9] Vojíš, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1496–1516. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1613584>

- [10] Ministerio de Educación. (2015). *Diseño curricular de la Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad de Buenos Aires. Formación general. Ciclo básico del bachillerato*. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://www.buenosaires.gob.ar/educacion/docentes/disenio-curricular-del-ciclo-basico-de-la-nes>
- [11] Menegaz, A., & Mengascini, A. (2005). El concepto de niveles de organización de los seres vivos en contextos de enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias, Extra*, 1–5.
- [12] Idoyaga, I., & Lorenzo, G. (2019). *Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la física en la universidad* (Tesis Doct).

Experiencias de Aula

Aprendizaje formativo en la virtualidad: cómo enseñar el metabolismo vegetal

Liliana B Pena^{1,2}, Susana M Gallego^{1,2}

¹ Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Departamento de Química Biológica. Buenos Aires, Argentina

² CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Química y Físicoquímica Biológica. "Profesor Alejandro Paladini " (IQUIFIB). Buenos Aires, Argentina
lpna@ffyb.uba.ar; sgallego@ffyb.uba.ar

Resumen. Las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías generan transformaciones en la manera de acceder, procesar, crear y distribuir el conocimiento, al mismo tiempo que permiten una evaluación formativa que acompaña el proceso de aprendizaje del estudiante. En todo el proceso, el trabajo colaborativo es sustancial para enriquecer, mejorar y flexibilizar el aprendizaje formativo. Durante el cierre edilicio no programado de los establecimientos educativos a partir del inicio del ciclo lectivo 2020, el desarrollo de talleres colaborativos asincrónicos resultó una alternativa interesante para resignificar los conocimientos teóricos y la falta de desafíos prácticos en el aula. En este trabajo se presenta el taller de biocombustibles como una actividad virtual asincrónica colaborativa diseñada para el aprendizaje formativo del metabolismo vegetal. A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que en escenarios combinados o híbridos brindan mejoras y herramientas que resultaron exitosas para el aprendizaje.

Palabras clave: Pandemia por covid. Educación remota de emergencia. ERT. Evaluación formativa. Trabajo colaborativo. EVEA. Herramientas digitales. Bioquímica vegetal. Biocombustibles.

1. Introducción

En el inicio del ciclo lectivo 2020 comenzó un cierre edilicio no programado de los establecimientos educativos como consecuencia de la pandemia por covid [1]. Esto condujo a un cambio imprevisto y urgente del modelo de enseñanza presencial a uno remoto o a distancia, el cual se denominó enseñanza remota de emergencia (ERT) [2]. Afrontar este cambio implicó adecuar o rediseñar materiales, actividades y formas de evaluación que estaban pensadas para ser llevadas adelante forma exclusivamente presencial [1].

Una de las estrategias para la enseñanza que demostró tener mejores resultados en la ERT es el trabajo grupal, que brinda posibilidades de continencia por establecer el contacto entre los pares, además de aprendizaje y formación por medio de diversas

mediaciones [2]. El trabajo grupal se puede llevar adelante tanto en un aula física como virtual y favorece el proceso de aprendizaje de formativo, donde los estudiantes pueden autogestionar y retroalimentar el proceso de aprendizaje, y los docentes eventualmente ajustar la enseñanza con nuevas propuestas [3]. El trabajo colaborativo también es importante entre los docentes, donde mantener el contacto con los pares en la situación de aislamiento favoreció también la continencia [2]. Fue fundamental para enriquecer las aulas durante el aislamiento que los docentes compartan ideas, debatiendo e intercambiando experiencias y recursos o herramientas digitales [4], [5].

Si bien, por lo general la enseñanza de grado no contemplaba virtualidad, desde el año 2011 la Universidad de Buenos Aires (UBA), a través del Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (CITEP), realiza la capacitación de sus docentes mediante el dictado de distintos cursos de formación en el uso de las nuevas tecnologías digitales. Esta preparación docente permitió que en muchos casos que estas tecnologías hayan sido incorporadas de manera rápida durante la ERT.

En el contexto de la ERT, surgieron varias alternativas interesantes relacionadas con la reformulación de actividades de la enseñanza para fortalecer el aprendizaje formativo de la bioquímica vegetal. Es así como se rediseñó el taller de biocombustibles como una actividad virtual colaborativa asincrónica que a su vez contemplara un aprendizaje formativo del estudiante. Hoy pensamos que la virtualidad llegó para quedarse, pero deberá hacerlo de una forma que combine lo remoto con la presencialidad, donde seguramente pasarán a tomar mayor relevancia los modelos combinados e híbridos [1], [2].

2. Experiencia en el aula

El curso de Química Biológica Vegetal (QBV) es una asignatura electiva de duración bimestral que se encuentra en el último cuatrimestre del plan de Estudios de la carrera de Bioquímica en la UBA. En el dictado presencial de la materia QBV se incluyen clases teóricas, trabajos prácticos, seminarios y talleres. En el año 2009 QBV incorpora el uso de los entornos virtuales para la enseñanza y aprendizaje (EVEA) usando la plataforma *Moodle* del campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFYB) (campus.ffyb.uba.ar) como apoyo para la enseñanza presencial.[6]. Una de las ventajas del uso de la plataforma libre *Moodle* es que permite crear escenarios de aprendizaje enriquecidos, y además evita que la información contenida en el EVEA sea rastreada, que se conozcan o difundan los comentarios o las discusiones que se realizan durante el proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes [7].

A partir de la nueva normalidad causada por la pandemia fue necesario introducir cambios en el diseño de los materiales didácticos, desarrollar nuevas actividades e incorporar herramientas digitales que permitieran un aprendizaje formativo de los estudiantes en la virtualidad. Un desafío fue la creación de materiales didácticos y nuevas experiencias de enseñanza que logren aprendizajes genuinos [8]. La ERT trajo aparejada el trabajo colaborativo entre docentes, con mayor diálogo, formando redes y diseñando actividades de enseñanza creativas, inéditas y no previsible, regidas por múltiples ideas, lineamientos, perspectivas, actividades y recursos [9]. En general, el diseño con las nuevas tecnologías involucra que el docente cambie su posición frente

el aula, y eso se acentúa más en la virtualidad, donde el docente se ubica en un rol pasivo y son los estudiantes los que adquieren el máximo protagonismo en su propio aprendizaje [10]. Además, el uso de las tecnologías en la educación favorece que todos los estudiantes reciban el mismo nivel de materiales didácticos [11]. El diseño debe considerar si la actividad virtual será en vivo o tendrá un desarrollo asincrónico. Desde 1995 formas de *e-learning* se consolidaron en aulas virtuales incluyendo formas sincrónicas de instrucción y respuesta en vivo y otras modalidades asincrónicas en la enseñanza que permiten acceder a recursos [12]. Las tecnologías educativas asincrónicas favorecen la autonomía del estudiante ya que puede decidir la cantidad de veces, el lugar, el tiempo que dedica, el lugar y hasta el momento en que accede a la información o realiza la actividad, ofreciendo un mayor control y flexibilidad [11].

Sobre esta base se elaboraron para el dictado en la ERT de la asignatura QBV desde comienzos del año 2020 diversas propuestas asincrónicas atractivas centradas en el sujeto, con problemáticas reales, que hacen al estudiante un ente autónomo frente al aprendizaje. Los diseños incluyeron presentaciones dinámicas con *Prezi*, *Genial.ly* y *H5P*, muros colaborativos usando *Padlet* o *Linoit*, además de microcontenidos como videos de elaboración propia o compartidos desde distintas fuentes como *JoVE Journal* y *YouTube* [13]. Gran parte de estos materiales fueron hipermediales con fragmentos de diferentes modos semióticos, incluyendo audios para la explicación de las consignas o los conceptos, además modificando los videos compartidos con el uso de *H5P*, entre otras cosas [14].

2.1. Temática seleccionada

Durante el pasaje a la ERT el desarrollo de trabajos colaborativos asincrónicos resultó todo un reto para los docentes, pero una alternativa interesante para resignificar los conocimientos teóricos en desafíos prácticos [4]. Como primera medida, y tal como recomienda Asoletic (2020) para el diseño de la enseñanza, se realizó la revisión del programa de la asignatura QBV y de los objetivos de aprendizaje [4]. Es así como, se reconoce que uno de los núcleos más potentes y significativos de la enseñanza de la materia es abordar el estudio del metabolismo de las plantas aplicado a la solución de problemas actuales de la sociedad. En esta línea, un punto clave es contextualizar rutas del metabolismo primario que involucran los hidratos de carbono y los lípidos en desarrollos tecnológicos, como son los biocombustibles, que apliquen los conceptos teóricos del curso. Las plantas desde tiempos remotos han sido usadas por el hombre como material de construcción y fuente de energía a partir de su madera [15]. Dentro de las fuentes biorrenovables se encuentran los biocombustibles líquidos, como el etanol que se obtiene a partir de la fermentación de los azúcares o el biodiésel que se obtiene de los lípidos vegetales [15]. Durante la enseñanza presencial el contenido de este tema se desarrollaba como un seminario luego de finalizar la exposición docente de los contenidos teóricos. Es por ello por lo que el tiempo para el tratamiento suele ser escaso. La forma de acreditación del aprendizaje se realizaba mediante la entrega y la aprobación de una tarea individual.

Sobre la base que las nuevas tecnologías generan transformaciones en las maneras de acceder, procesar, crear y distribuir el conocimiento. Además de que permiten una evaluación formativa que acompaña la enseñanza y se relaciona con su proceso de aprendizaje [16], y teniendo en consideración lo sustancial del trabajo colaborativo para

enriquecer y mejorar el aprendizaje, a la par de permitir flexibilizar la evaluación para que los estudiantes aprendan de sus propios errores, se evaluó incorporar el tema biocombustibles como un taller virtual asincrónico de participación colaborativa para su desarrollo durante el curso 2021 de QBV.

Es de destacar que todo espacio de interacción grupal donde se emiten y reciben mensajes cumple también una función de continencia, la cual como se indicó, resulta fundamental en la enseñanza virtual [5]. Los trabajos elaborados en grupo favorecen el aprendizaje formativo, y aunque a muchos alumnos les resulta incómodo en un comienzo la colaboración entre pares es fundamental ya que como próximos profesionales del área de la salud deben aprender a trabajar en un equipo multidisciplinario, saber desenvolverse, defender sus ideas, debatir y aceptar otras [3].

2.2. Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo del taller virtual asincrónico del tema biocombustibles como una actividad diseñada para fortalecer el aprendizaje del metabolismo vegetal usando herramientas digitales.

2.3. Diseño y Desarrollo

Basado en la perspectiva del *microlearning*, y usando la herramienta digital *Genial.ly* se realizó una micropresentación dinámica del tema en una pestaña del EVEA o aula de la materia en el campus virtual FFYB (fig. 1).



Fig. 1. Portada del taller diseñado con la herramienta Genial.ly

Se tuvo en cuenta que en la cultura de los jóvenes actuales están los videos, los estudiantes leen muy poco y se dice que los textos tienen la misma cantidad de caracteres que un mensaje de *Twitter* [17]. Es por ello que se usaron recursos alternativos incluyendo microcontenidos valiosos en formato digital como animaciones, audios y videos [4].

El recorrido del material digital se desarrolló de manera asincrónica basándonos en la autonomía y permitiendo que los alumnos elijan el momento de realizarlo [11]. Para

fortalecer el aprendizaje formativo es necesario que los estudiantes conecten los nuevos conocimientos con el mundo [8]. Es por ello por lo que en el contenido de su diseño se hizo hincapié en la intervención bioquímica en el desarrollo y el análisis del material vegetal usado para la obtención de los combustibles, y en particular en nuestro país.

La cantidad total de estudiantes que cursaron la materia QBV durante el 2021 fue once. El taller de biocombustibles tuvo inicio justo a continuación de las clases teóricas asincrónicas correspondientes a los contenidos de los metabolismos de lípidos e hidratos de carbono para que los estudiantes dispongan de los conocimientos básicos para el desarrollo de la actividad. La construcción del taller se basó sobre la idea que subraya que la creación de conocimientos con otros fomenta el desarrollo del pensamiento crítico [8], para ello se propuso la realización de un documento colaborativo que incorporara los intereses propios de cada alumno en este contenido. Los trabajos colaborativos o elaborados en grupos permiten también la evaluación formativa de los contenidos actitudinales conceptuales y procedimentales [3]. Es importante destacar que la colaboración, la confianza, el principio de comunidad crean el valor agregado [8]. Se seleccionó el recurso wiki que ofrece la plataforma del campus virtual FFYB ya que permite la participación de cada estudiante en el momento que lo disponga. En el diseño se incluyeron 3 entradas principales y en cada una de ellas los estudiantes debían ‘editar’ e ingresar su material para lograr obtener un resumen colaborativo del tema. A modo de acreditación de la actividad se pautó que cada alumno debía tener al menos dos participaciones para su aprobación (fig. 2).

Trabajo Colaborativo [Volver a: Taller de Bioco...](#)

- En este espacio realizaremos el resumen del taller, focalizándonos en los 3 biocombustibles principales: **Bioetanol**, **Biodiesel** y **Biogás**.
- Deberán ir ingresando en cada uno de los biocombustibles cargados y una vez allí encontrarán los puntos que hay que completar (en verde) y además verán lo que cada uno va subiendo. Deben elegir algún punto y luego de poner 'Editar' completar la información que falta y guardarla. Pueden completar con texto, incluir referencias, imágenes, enlaces, videos o lo que les parezca más ilustrativo. Luego, pueden ir a 'Mapa' donde encontrarán todos los enlaces inclusive 'Resumen Biocombustibles' que es la primera página. Si tienen comentarios, consultas o dudas pueden usar la pestaña 'Comentarios'.
- Cada uno deberá hacer al menos 2 intervenciones en diferentes puntos para completar así el resumen.

Ver Editar Comentarios Historia Mapa Ficheros

[Versión imprimible](#)

Resumen Biocombustibles

- Bioetanol
- Biodiesel
- Biogás

Marcas:

[Volver a: Taller de Bioco...](#)

Fig. 2. Propuesta wiki para el desarrollo del documento colaborativo

3. Conclusiones y Perspectivas

El cambio repentino de la presencialidad a la virtualidad ha sido una oportunidad para reflexionar y renovar la enseñanza a partir de estrategias que utilicen distintas herramientas digitales disponibles favoreciendo la autonomía del estudiante y el trabajo colaborativo.

En particular, en el desarrollo del taller de biocombustibles observamos que el trabajo colaborativo realizado con el recurso wiki permitió obtener un documento final muy completo en el que participaron en su elaboración la totalidad de los alumnos. Aunque algunos alumnos participaron sólo 2 veces, la mayoría de ellos lo hizo más oportunidades, incorporando nuevo material y microcontenidos como gráficos, animaciones y videos, que enriquecieron aún más el documento final obtenido.

Esta experiencia en el aula, al igual que la mayoría de las que se han llevado adelante en la cátedra de QBV, así como las producciones realizadas por otras cátedras de la FFYB, permitirán en un futuro cercano modificar el aprendizaje formativo tal como lo conocíamos y desplazar la presencialidad hacia modelos combinados o híbridos, en el que tengan relevancia tanto lo presencial como lo remoto o a distancia.

4. Referencias

- [1] S. Andreoli, “Modelos híbridos en escenarios educativos en transición,” *Citep. Cent. Innovación en Tecnol. y Pedagog.*, 2021.
- [2] C. Durantini, “¿Hacemos grupo?,” *Citep. Cent. Innovación en Tecnol. y Pedagog.*, 2020.
- [3] A. Camilloni, “La evaluación de los trabajos en grupo,” in *La evaluación significativa*, R. Anijovich, Ed. Buenos Aires: Editorial Paidós, 2018, pp. 151–176.
- [4] Á. Asoletic, “Recomendaciones para el diseño de la enseñanza en la virtualidad,” *Citep. Cent. Innovación en Tecnol. y Pedagog.*, 2020.
- [5] D. Mazza, “Lo que la pandemia nos deja: una oportunidad para pensarnos como docentes,” *Citep. Cent. Innovación en Tecnol. y Pedagog.*, 2020.
- [6] Á. R. Mirabal Montes de Oca, M. G. Gómez Zermeño, and L. A. González Gailbraith, “Uso de la plataforma Moodle como apoyo a la docencia presencial universitaria,” *EDMETIC*, vol. 4, no. 1, p. 133, Jan. 2015.
- [7] B. Panico and E. Magnani, “Google y Microsoft se (entro)meten en la educación,” *Página 12*, 18-Jun-2021. [Online]. Available: <https://www.pagina12.com.ar/224001-google-y-microsoft-se-entro-meten-en-la-educacion>.
- [8] C. Cobo, “La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento,” Penguin Random House Grupo Editorial, Montevideo, 2016.
- [9] C. Lion, “Las voces docentes. Los desafíos de aprenden en un mundo logarítmico,” in *Aprendizaje y Tecnologías. Habilidades del presente, habilidades del futuro*, Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico, 2020.

- [10] F. Jimenez Cano, “Cómo funciona el pensamiento de diseño,” 2009. [Online]. Available: www.jimenezcano.com.
- [11] A. W. Bates, *Enseñar en la era digital*, 2nd ed. CC BY-NC (Attribution NonCommercial) license: Pressbooks, 2019.
- [12] N. Selwyn, “Internet y educación,” *BBVA Openmind*, 2013. [Online]. Available: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/internet-y-educacion/>.
- [13] L. B. Pena *et al.*, “Enseñanza en tiempos de COVID-19: una ensalada verde,” *III Jornadas de Relatos de Experiencias. Tecnologías, Innovación y Enseñanza en la Universidad*, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires, Dec-2020.
- [14] G. Schwartzman and V. Odetti, “Materiales didácticos hipermediales: una mirada desde la lectura de los estudiantes,” in *6to Seminario Internacional de Educación a Distancia*, 2013, pp. 1–14.
- [15] M. P. Benavides *et al.*, “La Bioquímica Vegetal ante los nuevos desafíos del ambiente,” *Farmacia y Bioquímica En Foco*, 2019. [Online]. Available: <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/la-bioquímica-vegetal-ante-los-nuevos-desafíos-del-ambiente>.
- [16] A. Camilloni, “Sobre la evaluación formativa de los aprendizajes,” in *Quehacer educativo*, J. Barrera, V. Brindisi, and L. Ducret, Eds. Revista de la Federación Uruguaya de Magisterio, 2004, pp. 6–12.
- [17] F. J. Alvarez González, *Grandes desafíos actuales de la innovación pedagógica en la Educación Superior*. Universidad Nacional de Educación, 2019.

Experiencia de acompañamiento de la escritura de explicaciones tecnológicas

Daniela P. Quiroga, Carina A. Rudolph, Carla I. Maturano

Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
dquiroga@ffha.unsj.edu.ar ; crudolph@ffha.unsj.edu.ar ; cmatur@ffha.unsj.edu.ar

Resumen. La escuela debería asumir el desafío de propiciar modos de abordar de los contenidos disciplinares que consideren la alfabetización para asegurar la permanencia del estudiantado en el sistema educativo, en especial en los sectores desfavorecidos. El objetivo de este trabajo es relatar una experiencia en la que se implementaron diferentes actividades de acompañamiento para favorecer la producción escrita de una explicación tecnológica. Participaron estudiantes de Educación Secundaria Básica de una escuela agrotécnica rural de San Juan (Argentina). En primer lugar, escribieron una explicación acerca del proceso de elaboración del vino como producto regional. Luego de detectar dificultades de diversa índole en las producciones, se diseñaron y se pusieron en práctica estrategias para acompañar la escritura. Finalmente, los y las estudiantes respondieron un cuestionario de opinión y autoevaluación de sus aprendizajes. Tanto las mejoras en la escritura como las opiniones vertidas nos llevan a evaluar como positiva la experiencia desarrollada.

Palabras clave: Escritura. Explicaciones. Nivel secundario.

1. Introducción

Transitando el siglo XXI, encontramos que un gran sector de la población no ha desarrollado las competencias necesarias en el manejo de la escritura, las cuales no se limitan a la gramática ni al código, sino que se relacionan con la especificidad discursiva, la complejidad cognitiva, la variedad de géneros y textos que tienen características propias pero que no son enseñados en los diferentes niveles educativos [1]. Esta situación supera los límites de la escuela para convertirse en un problema social y público en el que el docente tiene una gran responsabilidad. Cuando la escuela carece de iniciativas para trabajar explícitamente la lectura y la escritura, cuando no incluye la reflexión y el trabajo explícito con las dimensiones lingüísticas, no enseña al estudiante a leer y a escribir en forma independiente profundizando así las inequidades sociales en vez de democratizar el acceso al conocimiento y a la educación [2] [3]. Es por ello que, para asegurar la permanencia en el sistema educativo de estudiantes de sectores desfavorecidos, es necesario asumir desde la escuela el desafío de pensar cómo construir condiciones didácticas adecuadas para enseñar contenidos disciplinares [4]. Como la escritura en cada ámbito disciplinar tiene características específicas, es

indispensable detectar las dificultades que puedan influir en los aprendizajes. El objetivo de esta comunicación es relatar una experiencia en la que se implementaron diferentes actividades de acompañamiento con estudiantes de sectores desfavorecidos que evidenciaron dificultades en la producción escrita de una explicación tecnológica.

2. Marco teórico

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la tecnología involucran la comunicación a través de materiales escritos con características propias. En la escuela secundaria, los y las estudiantes deberían aprender sobre los modos particulares para expresar contenidos disciplinares, por lo que es necesario que desarrollen una alfabetización avanzada que les permita el acceso a textos que explican conceptos y relaciones como parte del contenido a aprender en cada disciplina [5] [6]. Un marco adecuado para abordar las formas particulares de expresar los contenidos científicos lo constituye la Teoría de Género de la Lingüística Sistemico-Funcional ya que ha examinado las características generalizables de los textos, es decir, cómo están estructurados los géneros y los recursos lingüísticos necesarios para construir los significados [7] [8] [9]. Martin y Rose [9] definen los géneros como configuraciones recurrentes de significado que instancian prácticas sociales de una cultura determinada y sostienen que los géneros más frecuentes utilizados en ciencias son los informes -que describen el mundo- y las explicaciones -que se centran en cómo y/o por qué suceden los procesos-, los cuales juegan un rol complementario entre sí al explorar un tema. Entre las explicaciones, distinguen las explicaciones tecnológicas que se centran en cómo o por qué suceden los procesos tecnológicos. Esta investigación focaliza en este último género, cuya estructura esquemática comienza con la identificación del fenómeno seguida por la etapa de explicación, la cual puede tener varias fases o pasos. Por lo general, involucra secuencias y relaciones causales y temporales y, como están implicados objetos tecnológicos, también menciona las locaciones en las que suceden las acciones por lo que incluye la composición de dichos objetos.

Según Linietsky y Orta Klein [10], un proceso tecnológico es un conjunto organizado de operaciones que sigue una secuencia ordenada de pasos, en cada uno de los cuales ocurre una transformación de una situación inicial a una final. En el abordaje de los procesos tecnológicos en el ámbito de la educación formal, el énfasis está puesto en las operaciones, los procesos y las tecnologías como unidades de sentido, por lo que se plantea reflexionar acerca de los procesos que se realizan sobre los insumos y las tecnologías implicadas. En una situación de producción técnica cualquiera, los insumos son todo aquello que se aporta para dar lugar a una transformación [11]. A su vez, en dichos procesos las personas llevan a cabo operaciones que pueden ser de transformación, transporte o almacenamiento y que responden a un esquema tendiente a generar un resultado sobre un insumo [12]. Para acercar al estudiantado a los procesos, en la Educación Secundaria Básica se sugiere la utilización, comprensión, elaboración y valoración de diferentes modos de representación y comunicación (como textos, esquemas, dibujos, bocetos, diagramas, entre otros) que participan en la construcción del conocimiento tecnológico [13]. También favorecería el aprendizaje, la utilización de videos que muestren las tareas que realizan las personas y las herramientas,

instrumentos y/o máquinas que se utilizan en una determinada operación, los cuales pueden contribuir en la discusión con estudiantes en relación con la organización y el control del proceso [14].

3. Desarrollo de la experiencia

En esta experiencia participaron estudiantes de primer año de la Educación Secundaria Básica (edad promedio 12 años) de una escuela agrotécnica rural en la provincia de San Juan (Argentina) al comienzo del ciclo lectivo 2021 en modalidad presencial. Cabe destacar que, al momento de su implementación, el estudiantado se reincorporaba a las actividades escolares presenciales luego de casi un año trabajando en el marco de la educación remota de emergencia implementada debido a la pandemia Covid-19. El desarrollo de las actividades en el aula estuvo a cargo de la docente de la asignatura y se organizó en cuatro semanas con un encuentro semanal de 120 minutos aproximadamente.

Para abordar contenidos relacionados con los procesos tecnológicos, se seleccionó el proceso de elaboración del vino por ser cercano al contexto del grupo participante. Se describen a continuación las actividades desarrolladas en los cuatro encuentros durante la implementación de esta propuesta de acompañamiento de la escritura.

3.1. Encuentro 1: escritura de explicación tecnológica

En el primer encuentro se pidió a los participantes que escribieran una explicación sobre el proceso de elaboración del vino. La consigna de trabajo fue: “Explique el proceso de elaboración del vino (incluya desde la obtención de la uva hasta que el vino llega a los consumidores). Debe indicar todos los detalles que conozca y considere fundamentales en este proceso tecnológico.” Durante dicha actividad, la docente a cargo de la asignatura no intervino sobre el proceso de escritura, tratando de que el mismo fuera lo más genuino posible a fin de que se pusieran de manifiesto todas las potencialidades y dificultades sobre las cuales fuera necesario trabajar posteriormente.

3.2. Encuentro 2: mediación para revisar y reorganizar las producciones iniciales

Durante el segundo encuentro, al comienzo de la clase la docente explicó en forma general los conceptos de insumo y producto. Las definiciones quedaron escritas en un afiche de papel. Luego, los y las estudiantes visualizaron un video denominado “¿Cómo se hace el vino?” que muestra dicho proceso en detalle, el cual fue recuperado de la web [15]. En primer lugar, se reprodujo el video en forma continua y completa para su visualización en el grupo clase. Cada estudiante debía intentar identificar las etapas del proceso de elaboración del vino y reconocer insumos y productos. Posteriormente, y sin dar lugar a intercambio, se observó nuevamente el video pausando el mismo al final de cada paso a fin de que pudieran profundizar el primer análisis realizado y permitir que hagan anotaciones individuales que consideren pertinentes sobre cada paso del proceso en una tabla con los siguientes encabezados: nombre de la fase o paso, ¿qué sucede?, ¿qué personas y/o máquinas intervienen?, y ¿qué herramientas se utilizan?

3.3. Encuentro 3: reescritura

Previamente al encuentro, la docente indicó en las tablas algunas dificultades que debían ser revisadas por los y las estudiantes. Entre estas se destacan: si faltaban pasos (señalando la cantidad de pasos faltantes), si el nombre dado a los pasos era inadecuado, si había errores ortográficos, si faltaba información referida a operarios o a herramientas, entre otros. Al comenzar el tercer encuentro, la docente entregó a cada estudiante sus producciones (texto inicial y tabla). Posteriormente, escribió en el pizarrón los nombres de los pasos en forma desordenada: almacenamiento, fermentación, cosecha, embotellado, aireado, transporte, filtrado, molienda. Se reprodujo el video nuevamente y se discutió en el grupo clase cuál sería el orden adecuado, colocando un número al lado de cada paso según lo consensuado.

Finalmente, la docente solicitó a los y las estudiantes que, teniendo en cuenta su producción inicial y la tabla, revisaran y reescribieran la explicación completa incluyendo los detalles que consideraran fundamentales en este proceso tecnológico. Les sugirió que para mejorar la producción podían ponerle un título, enumerar los pasos o utilizar conectores como primero, luego, finalmente.

3.4. Encuentro 4: evaluación de la experiencia

Se diseñó un cuestionario para conocer las opiniones de los y las estudiantes acerca del acompañamiento de la escritura y de los recursos utilizados en dicho proceso, y para indagar sobre la autoevaluación que hacen de sus propios aprendizajes. En este encuentro respondieron en forma escrita e individual las siguientes preguntas:

- En las clases anteriores hemos escrito sobre el proceso de elaboración del vino. Primero escribiste lo que ya sabías, luego vimos el video. ¿En qué te ayudó ver el video?
- Después completamos la tabla con las etapas del proceso. ¿En qué te ayudó completar la tabla?
- Después la docente te hizo observaciones en la tabla que habías escrito. ¿Qué tuviste en cuenta de esas observaciones para escribir el texto final?
- ¿Consideras que tu texto final es mejor que el que escribiste el primer día? ¿Por qué?

Finalmente, la docente puso en común algunos aspectos evaluados en las producciones, destacando los logros y las mejoras que se pudieron concretar.

4. Resultados

En la primera instancia, los y las participantes escribieron una explicación del proceso de elaboración del vino desde la obtención de la uva hasta que el producto llega a los consumidores. En la fig. 1 se muestra una de las explicaciones escritas en esta instancia.

Cuando la uva esta bien madura, la cosechan de los parrales, los lavan, los aploran, los tratan y los hacen jugo, después meten al jugo a una mágquina, la zibullen, y se leñan los ingredientes: con canchero, con azúcar y después lo hacen a la botella y la meten en la bodega o la tienda.

Fig. 1. Ejemplo de explicación del proceso de elaboración del vino.

En las producciones escritas se detectaron dificultades asociadas con la falta de identificación del producto final, la ausencia de algunos pasos del proceso, un escaso uso de vocabulario técnico, la ausencia de una estructura propia del género explicación tecnológica que incluya la identificación del fenómeno seguido por una etapa de explicación [9], y numerosos errores de ortografía.

En el segundo encuentro, luego del abordaje de los conceptos de insumo y producto, los y las estudiantes visualizaron el video y completaron la tabla con anotaciones acerca de cada paso. En la fig. 2 se muestra un ejemplo de la tabla construida por un estudiante y las devoluciones brindadas posteriormente por la docente. En general, las devoluciones se centraron en indicar: la falta de pasos o información referida a operarios, máquinas o herramientas; la inadecuación del nombre dado a los pasos y la presencia de errores ortográficos y sintácticos.

	Proceso de la cosecha de la uva	que utilizan máquinas herramientas para hacer el jugo de la uva	
	elaboración de la uva	los hacen jugo con las manos	los hacen jugo con las manos
	Proceso de la elaboración de la uva	transportan la uva	los hacen jugo con el tractor
	Proceso de la elaboración con	la muelen la uva	los hacen jugo con el tractor
	Proceso de se guarda en el bodega	estragado y las uvas / pensada de se a una cavales	los hacen jugo con el tractor
Urr	Proceso de tomar mes fermentación del vino blanco		el embudo
	Etapa de decanar el jugo	que para se a el jugo	los hacen jugo con las manos
	Proceso del almacenamiento	se almacena durante unos meses	los hacen jugo con el tractor
Falt etapa	Proceso del embotellado	embotellan el vino blanco	los hacen jugo con el tractor

Fig. 2. Ejemplo de tabla con las características identificadas por los estudiantes para cada paso.

En el tercer encuentro, el grupo participante ordenó carteles con los nombres de los pasos a partir de una nueva visualización del video. El orden consensuado fue el que se muestra en la fig. 3.



Fig. 3. Secuencia de pasos en el proceso tecnológico analizado.

Luego, en forma individual reescribieron la explicación completa teniendo en cuenta las devoluciones hechas en las actividades anteriores. En las fig. 4 y 5 se incluyen ejemplos de las producciones finales reescritas por dos estudiantes. Entre los aspectos que mejoraron en las producciones se destacan: el uso de vocabulario de la disciplina, el orden de presentación de las etapas del proceso, la coherencia, la estructura de las explicaciones, entre otros.

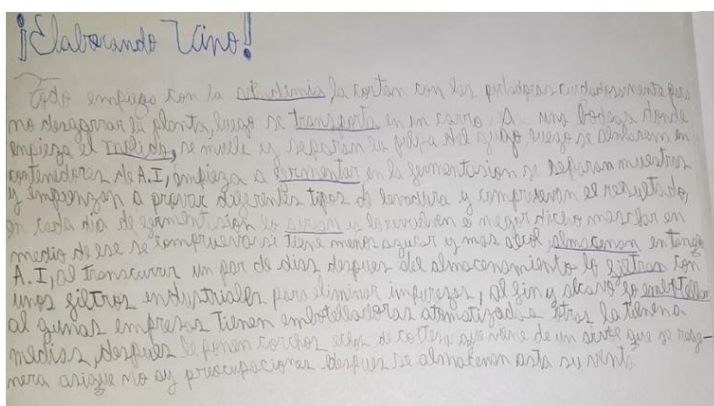


Fig. 4. Producción final de un estudiante.

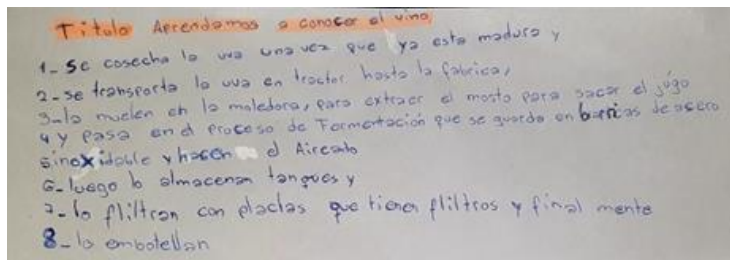


Fig. 5. Producción final de un estudiante.

En el cuarto encuentro, los y las estudiantes respondieron el cuestionario de opinión y autoevaluación de sus aprendizajes durante esta experiencia de acompañamiento de

la escritura. En la fig. 6 se muestra un ejemplo de las respuestas a cada una de las preguntas formuladas en las que se evidencia que pudieron reflexionar sobre los contenidos disciplinares involucrados, la propia producción escrita, y el aprovechamiento que cada uno hizo de las ayudas brindadas por los recursos didácticos utilizados y por la docente.

¿En qué te ayudó ver el video?
 Me ayudó a comprender, entender y apreciar el trabajo que se hizo cuando se elabora o prepara el vino tinto, blanco y rosado

¿Consideras que tu texto final es mejor que el que escribiste el primer día? ¿Por qué?
 Sí lo considero y comparto por que el trabajo final estuvo detallado y más explicado que el primero.

¿Qué tuviste en cuenta de esas observaciones para escribir el texto final?
 Tuve cuenta las palabras de la tabla y complete el texto

¿En qué te ayudó completar la tabla?
 La tabla me ayudó con el trabajo final que la profesora pidió

Fig. 6. Ejemplo de respuestas al cuestionario de opinión y autoevaluación.

5. Conclusiones

La escritura constituye un medio para aprender en cada disciplina, lo que justifica la necesidad de realizar propuestas de producción escrita como la descrita en este artículo con el objetivo de que los y las estudiantes relacionen, comprendan y construyan significados acerca de los contenidos. Considerando que la detección de dificultades al producir textos, no se soluciona demandando la escritura sin mediarla sino guiando al estudiantado en el proceso, se diseñaron y aplicaron estrategias para promover la escritura de explicaciones en el ámbito disciplinar. El proceso de acompañamiento de la escritura de una explicación tecnológica involucró: la producción individual para detectar potencialidades y dificultades; la utilización de diferentes recursos para abordar y organizar la información; momentos de discusión con el grupo clase guiados por la docente para tratar la teoría relacionada y construir consensos en torno a la explicación; la revisión individual de las producciones de los y las estudiantes para señalar aspectos susceptibles de mejora; la reescritura de las explicaciones para ajustar la producción inicial a las demandas de la tarea; y la autoevaluación de la experiencia para reflexionar sobre los recursos utilizados y sobre los propios aprendizajes.

Así, el acompañamiento de la escritura permite promover el aprendizaje contextualizado de contenidos disciplinares, teniendo en cuenta las habilidades ya adquiridas por los y las estudiantes y su conocimiento de la lengua materna, para favorecer el desarrollo de prácticas discursivas particulares que implican adquirir, elaborar y comunicar conocimiento en forma distintiva en relación con otros ámbitos

[6]. Si bien consideramos que la necesidad de guiar la producción escrita en las disciplinas no termina con una sola intervención, sino que requiere de sucesivas aproximaciones, experiencias como la aquí relatada podrían ser un camino para contribuir con la permanencia en el sistema educativo de estudiantes de sectores desfavorecidos.

6. Referencias

- [1] R. Mostacero, «Dificultades de escritura en el discurso académico: análisis crítico de una situación problemática,» *Legenda*, vol. 16, n° 14, pp. 63-88, 2012.
- [2] D. Rose y J. R. Martin, *Learning to write, reading to learn. Genre, Knowledge and Pedagogy in the Sydney School*, Londres: Equinox, 2012.
- [3] F. Navarro y A. Revel Chion, *Escribir para aprender. Disciplinas y escritura en la escuela secundaria*, Buenos Aires: Paidós, 2013.
- [4] N. Rosli y P. Carlino, «Acciones institucionales y vinculares que favorecen la permanencia escolar de alumnos de sectores socioeconómicos desfavorecidos,» *Estudios pedagógicos*, vol. 41, n° 1, pp. 257-274, 2015.
- [5] M. J. Schleppegrell y M. C. Colombi, *Developing advanced literacy in first and second languages: Meaning with power*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, 2002.
- [6] E. Moyano, *Aprender ciencias y humanidades: una cuestión de lectura y escritura. Aportes para la construcción de un programa de inclusión social a través de la educación lingüística*, Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento, 2013.
- [7] R. Veel, «Learning how to mean -scientifically speaking: apprenticeship into scientific discourse in the secondary school,» de *Genre and Institutions: social processes in the workplace and school*, London & New York, Continuum, 2000, pp. 161-195.
- [8] M. A. K. Halliday y J. R. Martin, *Writing science: Literacy and discursive power*, London: Taylor & Francis, 2005.
- [9] J. R. Martin y D. Rose, *Genre relations: Mapping culture*, London: Equinox, 2008.
- [10] C. Linietsky y S. Orta Klein, «La educación tecnológica y su abordaje didáctico,» de *Educación tecnológica: abordaje didáctico en el nivel secundario*, Buenos Aires, Escuela de Capacitación docente - CEPA, 2010, pp. 9-21.
- [11] E. G. Genusso, *Educación Tecnológica: situaciones problemáticas + aula-taller.*, Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico Noveduc, 2010.

- [12] S. Orta Klein, «¿Qué y cómo enseñar para el futuro?,» de *Educación Tecnológica: un desafío didáctico*, CABA, NOVEDUC, 2018, pp. 35-56.
- [13] Ministerio de Educación, Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Educación Tecnológica, Buenos Aires: Consejo Federal de Educación, 2011.
- [14] S. Leliwa, Educación tecnológica: ideas y perspectivas, Córdoba: Argentina: Editorial Brujas, 2018.
- [15] Vinetur, «¿Cómo se hace el vino?,» Youtube, [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=vTf6X0cOWi0>. [Último acceso: 03 03 2021].

Estrategia de gestión del empleo de recursos virtuales en Ingeniería Biomédica durante el período pandémico

Angel Regueiro-Gómez¹, Carmen B. Busoch-Morlán², Carmenchu Regueiro-Busoch²

¹Departamento de Bioingeniería (CEBIO), Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica, Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae), (Cuba)
regueiro@automatica.cujae.edu.cu

²Departamento de Automática y Computación, Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica, Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae), (Cuba)
cbusoch@automatica.cujae.edu.cu, carmenchu@automatica.cujae.edu.cu

Resumen. El trabajo presenta la experiencia alcanzada en la gestión de recursos virtuales (Sistemas de Gestión del Aprendizaje y repositorios) para el desarrollo del proceso docente-educativo en el programa de Ingeniería Biomédica, en la Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae) durante el período pandémico. Se muestra una estrategia de trabajo distribuido de las asignaturas del Plan de Estudio en varias plataformas (CEBIOMOODLE, MOODLE-Cujae, y CURSAD) y repositorios (sitio ftp: NUBE-FIAB), para disponer de espacios físicos manejados con intencionalidad a partir de las limitaciones físicas existentes en los servidores que soportan la información en esta especialidad. Se ofrecen los resultados obtenidos de la aplicación de la estrategia desarrollada en la modalidad de educación a distancia con un 94 % de satisfacción de los actores participantes (estudiantes y docentes).

Palabras clave: Educación a distancia, Sistemas de Gestión del Aprendizaje. Ingeniería Biomédica.

1. Introducción

Hoy día la formación profesional en la Educación Superior se ve limitada entre otros factores por la disponibilidad de tiempo para la superación y actualización de temas de interés relacionados con las diferentes profesiones, y la movilidad hacia las universidades como centros encargados de esa formación. La figura 1 muestra el ciclo de formación y el papel de la universidad en el desarrollo de la formación profesional en las universidades cubanas.



Fig. 1. Representación del ciclo de formación académica en Cuba.

El empleo combinado de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA) y las TIC en la enseñanza superior universitaria, constituye una alternativa interesante para dar cumplimiento a la función social de la universidad en la transmisión de conocimientos científicos [1]. Esta alternativa de formación en ocasiones se ve limitada por las características técnicas del soporte de los servicios informáticos (disponibilidad de ancho de banda y capacidad de los medios técnicos de cómputo) de las instituciones universitarias, y por el nivel de preparación pedagógica de los docentes y de su experiencia en el adecuado empleo didáctico de los medios y recursos disponibles.

En la actual situación internacional debido a las afectaciones introducidas por la PANDEMIA COVID-19, se han detectado limitaciones en la enseñanza de la Educación Superior [2], relacionadas con la transportación y movilidad del personal (estudiantes, docentes e investigadores), el alojamiento de becarios; así como el aseguramiento de diversos escenarios de formación (capacidades de aulas, laboratorios, etc., que garanticen las medidas de aislamiento y seguridad establecidas por las regulaciones sanitarias locales y nacionales), lo que ha impuesto numerosos retos para garantizar mantener la calidad alcanzada de la formación académica en estas condiciones [3-4] y cumplir con algunos de los objetivos del desarrollo sostenible [5].

El programa de Ingeniería Biomédica [6] en la Universidad Tecnológica de La Habana (Cujae) no es una excepción, siendo afectado además por el empleo de servidores con limitada capacidad de almacenamiento para toda la información de las asignaturas del Plan de Estudio, y un limitado ancho de banda disponible, que afecta la velocidad y alcance de los servicios informáticos ofrecidos.

En este trabajo se aborda la estrategia desarrollada en el manejo de recursos virtuales (SGA y repositorios en NUBE) para garantizar la enseñanza de la Ingeniería Biomédica en la Cujae (Fig. 2) durante el período pandémico COVID-19.

PLAN DE ESTUDIO E (2017- ...)

MODELO DEL PROFESIONAL → PLAN de ESTUDIO E

Áreas de Formación	Horas	%	Asignaturas	%
Ciencias Socio-Humanísticas y Empresariales	464	13	10	19
Ciencias Básicas	768	22	11	20
Ciencias Básicas de Ingeniería Biomédica	1392	40	20	37
Ciencias de Aplicación Profesional	888	25	13	24
Total (Horas-Clase)	3512	-	54	-

Fig. 2. Caracterización del Plan de Estudio vigente para Ingeniería Biomédica en Cujae.

2. Materiales y métodos

A partir de la experiencia alcanzada en el Proyecto USO+i [7] entre los años 2009 y 2011, y la estrategia del Ministerio de Educación Superior para el perfeccionamiento continuo de la enseñanza en las universidades cubanas a través del empleo de SGAs, el Departamento de Bioingeniería (CEBIO), introdujo a través de un fuerte trabajo metodológico entre sus docentes, el uso de la plataforma MOODLE, a partir de sus ventajas en apoyo al trabajo docente-educativo en el contexto universitario. Durante varios años y hasta la actualidad, el trabajo con esta plataforma fue perfeccionándose tanto a nivel de pregrado como de posgrado, ofreciéndose toda una gama de cursos distribuidos en los diferentes bloques del currículo académico que forma el Plan de Estudio de Ingeniería Biomédica (Currículo Básico, Currículo Propio y Currículo Optativo/Electivo).

La compleja situación pandémica internacional debido a la rápida propagación de la COVID-19 ha afectado a la población mundial y a los diferentes procesos de desarrollo en todos los países, y Cuba no ha sido una excepción a pesar de mostrar muy buenos resultados e indicadores en el manejo de esta pandemia.

En la Cujae, el Departamento de Bioingeniería estableció una estrategia de gestión efectiva ante las limitaciones existentes, considerando la masa estudiantil y docente vinculada al proceso de formación académica (Tabla 1), las limitaciones de almacenamiento de los contenidos en los soportes físicos existentes y el tráfico de conexión entre los usuarios o actores del proceso docente-educativo.

Tabla 1. Caracterización de los estudiantes de Ingeniería Biomédica en Cujae (2021).

Total de estudiantes	Hombres	%	Mujeres	%	Observaciones
247	127	51.5	120	48.5	Estudiantes distribuidos en los 4 años de estudio del Plan de Estudio vigente.

La figura 2 muestra los recursos empleados para desarrollar una modalidad de educación a distancia durante el período pandémico:

- CEBIOMOODLE (<https://cebiomoodle.cujae.edu.cu>): plataforma con alcance internacional para los cursos propios de la profesión con control administrativo del departamento-carrera.
- CURSAD (<https://cursad.jovenclub.cu>): copia espejo de los cursos en una plataforma con alcance nacional.
- MOODLE-Cujae (<https://moodle.cujae.edu.cu>): plataforma con alcance internacional para cursos de disciplinas de formación básica (Matemática, Física, Química y otras) que integran el tronco común de ingenierías en la universidad.



Fig. 2. Recursos virtuales empleados en Ingeniería Biomédica (Cujae).

Adicionalmente, se ha integrado el empleo de varios repositorios de información a nivel de universidad y de facultades. La Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica ha desarrollado una NUBE (<https://autocloud.cujae.edu.cu>) con visibilidad

nacional para depositar otros materiales de consulta y la bibliografía empleada (básica y complementaria) para el desarrollo de las asignaturas en los diferentes años académicos.

3. Resultados y discusión

Entre los principales recursos y actividades empleadas en las plataformas mencionadas se encuentran:

- FORO: para propiciar la socialización de experiencias durante el debate grupal generalmente moderado por los docentes.
- CHAT: para aclaraciones de dudas personalizadas.
- ETIQUETAS: para la orientación metodológica de actividades docentes.
- TAREAS: para la evaluación de los trabajos investigativos propuestos que pueden ser personalizados y/o grupales.
- CUESTIONARIOS y ENCUESTAS: empleadas para la evaluación personalizada de contenidos.
- BASE de DATOS: empleadas para el control del trabajo individual o grupal, etc.

La figura 3 muestra el análisis realizado en el empleo de estos recursos para los diferentes rubros: herramientas de distribución, herramientas de comunicación e interacción entre participantes y herramientas de evaluación.



Fig. 3 Recursos empleados en las plataformas virtuales en la educación de Ingeniería Biomédica (Cujae).

El empleo combinado de SGA y NUBE, permitió aligerar y optimizar la gestión del almacenamiento de información (distribución de contenidos) en los servidores empleados (Tabla 2), y mejorar el acceso a estos sitios, con una mayor cobertura nacional de estudiantes y docentes. A esta estrategia se unió la posibilidad de acceso gratuito de todos los participantes a través del convenio entre el Ministerio de Educación Superior y la empresa suministradora de servicios móviles nacionales, lo que permitió mejores condiciones de acceso para todos los actores.

Tabla 2. Distribución de cursos y materiales en recursos virtuales (plataformas y ftp).

	ÁREAS de Formación	PLATAFORMAS			Repositorios (ftp)
		CEBIO	CURSAD ¹	CUJAE	NUBE -FIAB
Asignaturas	Socio-Humanística-Empresariales	-	-	10	Todas las asignaturas están organizadas por año y mantienen contenidos complementarios en el repositorio (vídeos, libros, etc.).
	Ciencias Básicas	1	1	10	
	Ciencias Básicas Biomédicas	20	20	-	
	Aplicaciones Profesionales	6	6	-	
Total		27	27	20	
%		50	50	37	

Leyenda: ¹ Copia espejo de asignaturas de la Plataforma CEBIO para minimizar problemas en el proceso docente-educativo ante algún fallo de alguno de los servidores básicos.

A partir de una encuesta desarrollada sobre una muestra del 33 % de los actores participantes (docentes y estudiantes) se pudo observar que los estudiantes han podido continuar su formación en la modalidad a distancia con elevada flexibilidad, cumpliendo las actividades y asignaturas planificadas para el 1er período académico: 15 asignaturas recuperadas del curso 2019-2020 (100 %), y 12 asignaturas del 1er período del curso 2021 (65 %), restando sólo la recuperación del 35 % de las asignaturas en el 2do período (sept.- diciembre 2021), donde está incluida la graduación de los estudiantes de último año del programa de estudio en Ingeniería Biomédica. Los estudiantes manifestaron un 94 % de satisfacción con los resultados alcanzados.

Adicionalmente, en la revisión documental realizada en las diferentes plataformas de trabajo, se pudo observar que no todos los cursos desarrollados tienen el mismo grado de calidad en su desarrollo, debido fundamentalmente al grado de preparación pedagógica de los docentes y al dominio de la Didáctica para el manejo de los contenidos y los recursos disponibles, elementos que son considerados para la proyección futura de la superación de los profesores del claustro.

4. Conclusiones

La estrategia aplicada en el desarrollo del Plan de Estudio de Ingeniería Biomédica en Cujae con una distribución de recursos virtuales, ha permitido un mejor acceso y una mayor flexibilidad en la formación profesional, lográndose la continuidad del proceso formativo en las difíciles condiciones de aislamiento de este período pandémico, con elevado reconocimiento por parte de los actores involucrados en este proceso.

La experiencia alcanzada podrá ser generalizada a otros programas académicos en la universidad, y permitirá trazar nuevas estrategias en el perfeccionamiento pedagógico y didáctico de los docentes, especialmente de los profesores jóvenes que integran el claustro.

5. Referencias

- [1] J. Sappey and S. Relf, «Digital Technology Education and its Impact on Traditional Academic Lists and Practice», *J. Univ. Teach. & Lear. Pract.*, 7 (1), 2007. Available: <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol7/iss1/3>.
- [2] Committee on Engineering Education, «Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to New the Century». *NAE*, pp. 1-209, 2010. Available: <http://www.nap.edu/catalog/11338.html>
- [3] J. Núñez-Jover y otros, «Higher Education, Government and Local Development: Practical Advances and Academic Contributions (2015-2019)». *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*; vol. 11, n° 1, 2021.
- [4] J. Candle-Valdés, «The challenges of the Cuban new university», In: *Pedagogy 2007, Cuba, 2007*.
- [5] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo», 2017. [En línea]. Available: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/la-agenda-de-desarrollo-sostenible/>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [6] WHO, «World health statistics overview 2019: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals», *World Health Organization*; pp. 1-28, (WHO/DAD/2019.1). License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2019.
- [7] Proyecto USo+I: Universidad, Sociedad e Innovación, «Mejora de la Pertinencia de la educación en las ingenierías de América Latina», 2009-2011, (Contrato DCI-ALA/19.09.01/08/19189/160-922/ALFA III - 9). Disponible: <https://www.redusoi.org>

La práctica interdisciplinaria en la enseñanza del campo ambiental: experiencia en UNAHUR

Lucía Giménez¹, Leandro Facal²

¹ Universidad Nacional de Hurlingham, Instituto de Biotecnología (Argentina)
lucia.gimenez@unahur.edu.ar

² Universidad Nacional Hurlingham, Instituto de Tecnología e Ingeniería (Argentina)
leandro.facal@unahur.edu.ar

Resumen. El presente trabajo contiene una experiencia de articulación llevada adelante en la asignatura Introducción a la Problemática Ambiental (IPA) en conjunto con docentes de Introducción al Análisis Matemático (IAM), de la Licenciatura en Gestión Ambiental de la UNAHUR. Dicha articulación fue planteada considerando que IPA es la primera asignatura de la carrera que presenta el campo disciplinar ambiental, que ambas se dictan en paralelo durante el primer cuatrimestre, y que IAM, a diferencia de IPA, posee alta deserción estudiantil y muchas veces no es reconocida por los propios estudiantes ingresantes como una asignatura plausible de presentar contenidos que aporten herramientas o conocimientos de interés o utilidad para el campo disciplinar mencionado. En la experiencia se realizó una práctica interdisciplinaria en la que se resolvieron una serie de problemas ambientales con un enfoque matemático, durante el dictado de la unidad conceptual “Contaminación”. Al finalizar la práctica, se realizó una encuesta a los estudiantes para indagar sobre su experiencia frente a las matemáticas y su percepción sobre el uso de estas herramientas en la resolución de problemas ambientales.

Palabras clave: Interdisciplina, Educación ambiental, Herramientas matemáticas.

1. Introducción

Las materias recomendadas para la inscripción de las y los ingresantes de la Tecnicatura y la Licenciatura en Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de Hurlingham (UNAHUR) son Introducción a la problemática ambiental (IPA), Ecología e Introducción al análisis matemático (IAM). Si bien el inicio de estas asignaturas suele ser similar en cuanto a cantidad de estudiantes inscriptos, la última presenta niveles de deserción mucho más altos que las dos primeras, las cuales suelen ser cursadas y regularizadas durante el primer cuatrimestre de ingreso a las carreras. Considerando el comportamiento de las y los estudiantes de 19 cursadas presenciales de IAM dictadas entre 2017 y 2019, se observó que el 58% de las personas inscritas la abandonaron antes del segundo parcial. Si se realiza el mismo cálculo para las cursadas dictadas virtualmente, teniendo en cuenta 45 cursos dictados entre marzo de 2020 y agosto de 2021, se observa que la cantidad de estudiantes que no llegan al segundo parcial

asciende al 63%. A diferencia de los niveles de deserción mencionados, las materias IPA y Ecología cuentan con niveles inferiores al 40%.

Entre los causales de deserción de IAM, es común escuchar entre las y los estudiantes que la asignatura cuesta más y gusta menos que aquellas que se ofrecen en paralelo. Esta asignatura pertenece a una disciplina bien definida y reconocida por los estudiantes, encontrándose vasta literatura que analiza la percepción que suele generarse sobre esta [1] [2]. Adicionalmente, para la UNAHUR, dicha asignatura corresponde al Campo de Formación Básica del Instituto de Biotecnología, lo que implica que todas las carreras que lo componen, incluidas la Tec. y Lic. en Gestión Ambiental, la dictan en conjunto para todas y todos sus estudiantes. Aunque se han hecho esfuerzos para acercar sus contenidos al campo disciplinario ambiental, lo cual no se constituye como objeto del presente trabajo, la asignatura suele ser excluida generalmente del discurso de los estudiantes ingresantes cuando refieren a las “materias de la carrera” (digamos, específicas), como si no correspondiera al plan de estudios.

Por su parte, IPA, fue pensada para presentar desde el inicio de las carreras mencionadas, un primer acercamiento a la formación profesional de sus estudiantes y, al constituirse dentro del Campo de Integración Curricular, pretende realizar tal acercamiento desde un sentido holístico en relación con el campo disciplinar ambiental. El posicionamiento político de las carreras y de la asignatura, ha definido dicho campo a partir del tratamiento de lo que Rolando García llamó “sistemas complejos” [3], por lo que prevé un abordaje interdisciplinario. Sin embargo, la experiencia en las aulas de la UNAHUR ha evidenciado que las y los estudiantes llegan a estudiar Gestión Ambiental esperando encontrarse con asignaturas vinculadas a las ciencias naturales, como por ejemplo Ecología, y no con aquellas como IAM.

La necesidad de presentar a las y los estudiantes de IPA el campo ambiental desde la perspectiva asumida, así como también la preocupación por la desconexión manifestada en el interés por el cursado de IAM, ha impulsado el desarrollo de la actividad que se presenta en este trabajo.

El mismo contiene una experiencia de articulación llevada adelante con los docentes de IAM, para el dictado de la unidad conceptual “Contaminación” correspondiente al programa de IPA. Esta experiencia fue llevada a cabo durante el primer cuatrimestre de 2021 en una cursada virtual. El objetivo fue presentar a los estudiantes ingresantes de la Licenciatura en Gestión Ambiental de la UNAHUR distintas herramientas matemáticas que permiten abordar cuestiones ambientales. Se pretende evidenciar la perspectiva interdisciplinaria y de sistemas complejos que posee la cuestión ambiental en general y el campo disciplinar de las carreras en particular.

2. Contenido

El problema que aborda este trabajo se plantea de un modo similar al que señala Brailovsky [4]:

Todavía hoy, cada vez que hablamos de ambiente dentro de la educación, alguien llama a “la de Naturales”, e inmediatamente se retiran “los de Sociales” (...) Hace poco tiempo tuve una presión inquisitorial por parte de colegas universitarios, que no entendían por qué en una materia de ciencias

sociales yo incluía temas ambientales, lo que les parecía un contrabando intelectual escandaloso. (2007, p.36)

Si se lleva esta afirmación a la Tec. y la Lic. en Gestión Ambiental que se dictan en UNAHUR, podríamos decir que al hablar de ambiente, se retira inmediatamente IAM. Es decir, el mismo se inscribe en el seno de las discusiones llevadas adelante en el campo de la educación ambiental y a las jerarquías de los campos disciplinares y curriculares.

La afirmación presentada, basada en la búsqueda de interdisciplinariedad en el abordaje de temas como el ambiental, requiere de una visión desde la complejidad, como aporta García [3]:

La búsqueda de formas de organización que hagan posible el trabajo interdisciplinario surge, sin duda, como reacción contra la excesiva especialización que prevalece en el desarrollo de la ciencia contemporánea pero no consideramos que sea ese un punto de partida adecuado. Tal especialización (...) conduce a una fragmentación de los problemas de la realidad. Al aumentar progresivamente dicha fragmentación (...) no sólo se parcializa el estudio hasta perder contacto con el problema original, sino que el propio investigador, adquiere una perspectiva de los problemas que torna imposible realizar el trabajo de síntesis necesario para interpretar una realidad compleja. (2011, p. 70)

Vale aclarar que en la cita planteada el autor se encuentra específicamente hablando del trabajo entre distintas personas provenientes de disciplinas diferentes para abordar problemas complejos, como el ambiental. Ahora bien, ¿cómo formar en la complejidad a quienes aprenderán no solamente las teorías y métodos de una disciplina, sino que deberán dialogar con muchas de éstas?

Para el caso en análisis, contar con una asignatura del Campo de Integración Curricular al inicio de las carreras como IPA, se presenta como una oportunidad para comenzar a trabajar sobre el campo disciplinario ambiental desde el primer momento.

Otra de las cuestiones a tener en cuenta, es que los planes de estudio, los modos de enseñanza y la falta de orientación académica de los estudiantes han sido identificadas como las principales causas de deserción estudiantil [5], proceso que se acentúa durante el primer año de cursada. La base del problema planteado parte de la “compartimentalización” de la enseñanza en general y su impacto en temáticas complejas, y por ende en la desvinculación aparente de temas con la que hay que romper a la hora de dictar una asignatura como IPA.

A la pregunta realizada anteriormente puede sumarse: ¿Cómo introducir a los estudiantes en el paradigma de la complejidad y en el conocimiento de los sistemas complejos y la interdisciplinariedad? ¿Cómo hacer interdisciplina en el aula? ¿Qué tipo de actividades favorecen la formación en la complejidad? Todas estas preguntas funcionaron como disparadoras de la experiencia en el aula que aquí se relata.

Para su desarrollo se realizó un trabajo conjunto entre docentes de ambas asignaturas donde, luego de explicitar los objetivos, se pusieron en común los contenidos que podían articularse.

En el caso de IPA, se seleccionó la unidad conceptual que presenta la definición de “contaminación”, trabajada a través de tres elementos: los agentes contaminantes, el medio en el que se incorporan y la nocividad que generan. El reconocimiento de los agentes contaminantes y del medio involucrado puede darse a partir de un texto, una

noticia, un video o una imagen. Para la experiencia realizada se utilizaron recortes periodísticos que describieran alguna situación en la que pudiera aplicarse la definición de “contaminación” utilizada por la cátedra, como el que se puede observar en la Fig. 1.

SOCIEDAD

Suelo porteño: hay 500 sitios contaminados que deberán ser remediados

La ciudad de Buenos Aires **tiene unos 500 sitios contaminados que deberán ser remediados**, según su peligrosidad y el potencial daño que pueden causar a la población más cercana. Así quedó establecido en una ley que sancionó la Legislatura porteña la semana pasada, **que regula el manejo de los pasivos ambientales**.

El lenguaje de la norma es más bien técnico y jurídico, pero queda claro que los dueños o responsables de esos sitios son los que deberán descontaminar esos lugares con penas que **pueden llegar a los 10 millones de pesos si no cumple con las presentaciones**, estudios y recomposición del área contaminada.

Pero, ¿qué es un sitio contaminado para la ley? **Se trata de un inmueble o conjunto de inmuebles, cuyo suelo, subsuelo y/o agua subterránea han sido alterados negativamente** en sus características químicas por la presencia de sustancias contaminantes de origen antrópico. Los pasivos ambientales también le caben a los cuerpos de agua. (...)

Algunos casos emblemáticos que la Ciudad tuvo que afrontar por la contaminación de suelos en los últimos años son: **la contaminación del suelo en la villa Rodrigo Bueno por un "cementerio" de automóviles**, el plomo detectado en los terrenos que ocupó la villa "Papa Francisco" y las filtraciones en el subsuelo que emanaba una estación de servicio ubicada en Lima e Independencia. (...)

La villa Rodrigo Bueno, que creció notablemente en la última década, con el hacinamiento y a la falta de cloacas, **sufrió las consecuencias que dejaron los vehículos del cementerio de automóviles de la Manzana 3 y 4** (que llegó a tener 587 vehículos) que fueron retirados y en el lugar que quedó vacante los vecinos han limpiado superficialmente el terreno y lo destinaron a una plaza de juegos. El terreno no ha tenido remediación, por lo que **el plomo sigue allí a pesar del retiro de los autos**. (...)

Fuente: <https://www.infobae.com/sociedad/2018/12/16/suelo-porteno-hay-500-sitios-contaminados-que-deberan-ser-remediados/>

Fig. 1. Presentación de una de las situaciones seleccionadas para identificar la situación de contaminación.

El uso afectado, tercer elemento de la definición de contaminación, fue utilizado para vincular los contenidos de IAM. Para su determinación, se utilizan los parámetros presentados por el Decreto 831/93, reglamentario de la Ley de Residuos Peligrosos, Ley N° 24.051 [6]. Este decreto en sus anexos identifica niveles guía para determinar los estándares de calidad ambiental, en aire, suelo y agua en relación a distintos contaminantes peligrosos. La superación, en determinado medio y de acuerdo al uso que tenga, para alguno de los parámetros normados podrá considerarse como indicador de contaminación.

En este sentido, se decidió articular con IAM mediante el análisis de funciones en una variable a partir de tres enfoques: la resolución analítica de una función cuadrática, el análisis de las propiedades de una función a partir de su gráfico y el análisis de una función definidas por tramos. En la Fig. 2 se presenta el enunciado de un ejercicio que utiliza el primer enfoque en un problema de contaminación del suelo.

El depósito judicial y la industria se encuentran a una distancia de **1000m**. Se realizaron mediciones del contenido de **plomo (total)** en el suelo en la zona que se encuentra comprendida entre los dos puntos. La concentración medida en PPM se puede representar con la siguiente función:

$$C(x) = 0,002 x^2 - 1,224 x + 433,673$$

Donde: $C(x)$ es la concentración medida en PPM y x es la ubicación entre los dos focos de contaminación. En el modelo matemático se considera que el depósito judicial está en la ubicación $x = 0$ y la industria en $x = 1000$, es decir que la x se puede interpretar como la distancia entre el punto en el que se mide la concentración y el depósito. (Observación: todas las preguntas que siguen se pueden contestar trabajando analíticamente con la expresión, puede optar por construir el gráfico para tener una ayuda visual pero también puede responderlas SIN hacer el gráfico)

- ¿En qué zona el suelo puede ser utilizado para uso **agrícola** según el decreto 831/93?
- ¿En qué zona el suelo puede ser utilizado para uso **residencial** según el decreto 831/93?
- ¿En qué zona el suelo puede ser utilizado para uso **industrial** según el decreto 831/93?
- ¿Una escuela ubicada en $x = 700$ está expuesta a un nivel aceptable de contaminación?
- Teniendo en cuenta la función $C(x)$, ¿Contamina más la industria o el depósito fiscal?

Fig. 2. Consignas de uno de los ejercicios presentados que articulan operaciones matemáticas.

Tal como se mencionó anteriormente, se sugiere a las y los estudiantes que en su trayecto inicial de carrera cursen las materias IPA, IAM y Ecología, a pesar de esto y por diversos motivos, las trayectorias académicas difieren de la planificación propuesta. El grupo de estudiantes que participó de la actividad estaba compuesto por 54 estudiantes de los cuales solo 26 se encontraban cursando IAM siguiendo la recomendación anterior. En función de esto, en la actividad se incorporaron consignas alternativas, como la que se puede observar en la Fig.3, tomando como referencia el taller de Pensamiento Matemático que se dicta en el Curso de Preparación Universitaria, consiste en una instancia preuniversitaria y constituye una base común de conocimiento para las y los estudiantes.

5. Práctica de análisis matemático para quienes NO están cursando IAM:

Construir el gráfico con la ayuda del docente, representando los puntos correspondientes a la tabla de valores que se detalla a continuación. Una vez construido el gráfico, deben contestar las mismas preguntas que figuran en el punto anterior.

x (m)	C (PPM)	x (m)	C (PPM)
0	433	600	419
100	331	700	556
200	268	800	734
300	246	900	952
400	264	1000	1209
500	321		

Fig. 3. Alternativa de resolución del ejercicio planteado para quienes no se encontraban cursando IAM.

La actividad fue desarrollada durante una videoconferencia de la que participaron las y los docentes de las materias donde se realizaron los tres ejercicios planteados de modo conjunto con las y los estudiantes. Al finalizar, se realizó una encuesta para indagar si la actividad propuesta con un enfoque interdisciplinario influyó en la comprensión de la temática trabajada. La encuesta se realizó utilizando la plataforma digital Google Forms y el cuestionario empleado se adaptaba en función de las respuestas brindadas por las y los estudiantes.

3. Los resultados

A continuación, se detallan las preguntas contenidas en la encuesta, así como también las respuestas de las y los estudiantes que participaron de la actividad.

La primera pregunta del cuestionario se realizó de manera cerrada y dicotómica con el objetivo de separar a las y los estudiantes en dos grupos teniendo en cuenta si cursaban simultáneamente IPA e IAM. En función de esta primera respuesta, a cada estudiante se le asignó las dos preguntas siguientes con el objetivo de indagar acerca de su percepción sobre la matemática.

A las y los estudiantes que cursaron simultáneamente IPA e IAM se les realizó una pregunta cerrada y cuantitativa con una escala del 1 al 10 en la que debían indicar el grado de dificultad que percibían en la cursada de IAM, donde 1 corresponde a “muy fácil” y 10 a “muy difícil”. En la Fig. 4 se representa la distribución de las respuestas obtenidas, el promedio de dificultad percibida en la cursada para las 26 respuestas fue de 7,5 puntos sobre 10 y la mediana es de 8 puntos sobre 10.

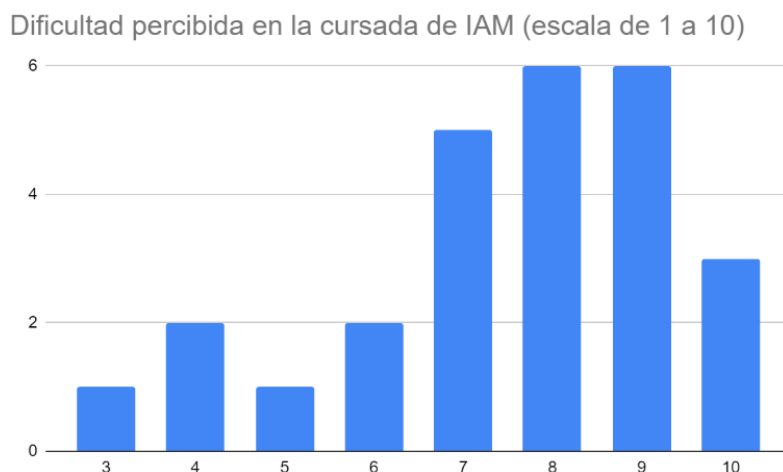


Fig. 4. Distribución de la dificultad percibida por las y los estudiantes en la cursada de IAM.

En una segunda pregunta abierta se consultó, al grupo que cursa IAM, respecto a la percepción sobre la aplicación de los contenidos en la resolución de problemáticas

ambientales. Luego de analizar las respuestas obtenidas, se puede decir que 8 estudiantes manifiestan que no comprenden la aplicación de los contenidos de IAM en problemas ambientales, 11 estudiantes manifiestan comprender la aplicación pero no la justifican y 7 estudiantes comprenden aplicaciones específicas de los contenidos de IAM y pueden justificarlas con ejemplos concretos en su respuesta.

A los estudiantes que decidieron no cursar IAM se les realizó una primera pregunta cerrada y cuantitativa con una escala del 1 al 10 en la que debían indicar el grado de dificultad que percibían en las matemáticas, donde 1 corresponde a “muy fácil” y 10 a “muy difícil”. En la Fig.5 se representa la distribución de las respuestas obtenidas, el promedio de dificultad percibida en las matemáticas para las 28 respuestas fue de 6,46 puntos sobre 10 y la mediana es de 6 puntos sobre 10.

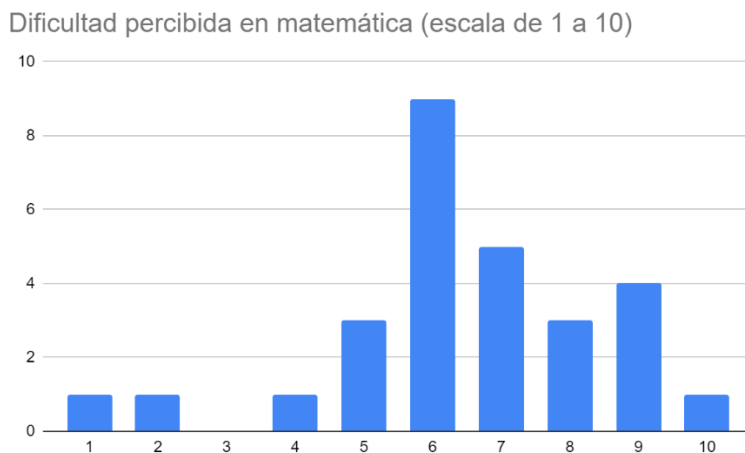


Fig. 5. Distribución de la dificultad percibida por las y los estudiantes en matemáticas.

En una segunda pregunta abierta se indagó respecto a los motivos por los que decidieron no cursar IAM en simultáneo con IPA. Luego de analizar las respuestas se puede resumir que 10 estudiantes manifestaron que no cursan IAM debido a la dificultad que les representa la matemática, 6 estudiantes debido a su falta de disponibilidad horaria, 5 debido a complicaciones asociadas a la modalidad virtual, 3 debido a una combinación de la dificultad percibida sumada a la falta de disponibilidad horaria y 4 estudiantes no explicaron los motivos por los que decidieron no cursar IAM.

Las últimas preguntas del cuestionario se detallan a continuación, se realizaron a todo el grupo de estudiantes y tuvieron como objetivo indagar sobre la percepción que tienen respecto a la relación entre la matemática y las problemáticas ambientales.

Una de las preguntas abiertas fue: “*Antes de empezar la carrera, ¿pensabas que para abordar problemas ambientales pudieran utilizarse herramientas matemáticas?*”. Analizando las respuestas se puede resumir que 35 personas manifestaron que percibían que la matemática se utiliza en la resolución de problemas ambientales. Por otro lado, 19 personas indicaron que no percibían el uso de la matemática como una herramienta posible.

Otra de las preguntas indagó: “¿El uso de matemática en la actividad realizada en clase, te ayudó a comprender cuestiones ambientales?”. En este caso, 46 estudiantes indicaron que la matemática los ayudó a comprender los contenidos ambientales trabajados en la actividad, 6 respondieron de manera negativa y 2 personas no respondieron.

De manera abierta se preguntó: “¿Creés que este tipo de actividades son útiles para evidenciar la necesidad de hacer interdisciplina a la hora de analizar cuestiones ambientales? Justificar”. En esta pregunta, 51 personas manifestaron que la actividad les resultó útil y pudieron justificar la necesidad de la interdisciplina, mientras que 3 estudiantes no respondieron.

Por último, en una pregunta abierta se consultó: “¿Identificas alguna relación importante entre otras materias de ciencias básicas con las específicas de tu carrera? ¿Cuál?”. En este caso, solo 3 estudiantes identificaron una relación entre los contenidos de las materias de su plan de estudio y la indicaron; el resto del grupo respondió de manera negativa o hizo comentarios que no responden a la pregunta correctamente.

4. Conclusiones

Presentar el campo disciplinar ambiental a futuros profesionales del área resulta un desafío por su carácter complejo e interdisciplinario. La apuesta por llevar experiencias interdisciplinarias e inter asignaturas al aula ha servido para pasar del relato a la evidencia.

La actividad realizada tuvo un impacto positivo en las percepciones de los estudiantes sobre el rol de la matemática. Antes de cursar la carrera 35/54 participantes consideraban a la matemática como una herramienta útil, sin embargo, luego de la actividad, 48/54 manifestaron que la matemática les ayudó a comprender los temas abordados. Además, 51 estudiantes reflexionaron sobre la necesidad de incorporar la interdisciplina en el abordaje de las problemáticas ambientales.

Asimismo, la experiencia refuerza la necesidad de incorporar actividades interdisciplinarias desde instancias tempranas. Esto se evidenció ya que pocos participantes pudieron identificar relaciones existentes entre las materias del Campo de Formación Específica y las del Campo de Formación Básica. Si bien esto puede deberse a que las y los encuestados son estudiantes ingresantes, se refuerza la idea de promover este tipo de actividades para la comprensión del campo disciplinar, generando una demanda de más actividades que presenten otras disciplinas y, consecuentemente, nuevos desafíos para sus docentes.

La experiencia puso de manifiesto la necesidad de realizar trabajos futuros en los que se estudie el rendimiento de los estudiantes de la Lic. en Gestión ambiental en IAM. Esta materia representa una posible causa por la que los estudiantes pueden abandonar la carrera, por lo que requiere de esfuerzos y compromisos que se encuentren a la altura de abordar el problema.

5. Referencias

- [1] Martínez Padrón, O. J. (2008). Actitudes hacia la matemática. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 9, núm. 1, 237–256.
- [2] Palacios, A., Arias, V., & Arias, B. (2014). Attitudes Towards Mathematics: Construction and Validation of a Measurement Instrument//Las actitudes hacia las matemáticas: Construcción y validación de un instrumento para su medida”. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1).
- [3] García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de metodología de las ciencias Sociales*, 1(1), 66–101.
- [4] Brailovsky, A. (2007). “Historia ecológica y educación ambiental” (pp. 36–41).
- [5] Oloriz, M., Lucchini, M. L. & Ferrero, E. (2008). Relación entre el rendimiento académico de los ingresantes y el abandono de los estudios universitarios: comparación entre carreras de ingeniería y económicas. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/63860>
- [6] Decreto 831 de 1993 [con fuerza de ley]. Por medio del cual se reglamenta la Ley de Residuos Peligrosos N° 24.051.

Projeto Didático como Metodologia de Ensino e Aprendizagem

Anelise Grünfeld de Luca¹, Sandra Aparecida dos Santos²

¹ Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari (Brasil)
anelise.luca@gmail.com

² Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí, Colégio Unidavi (Brasil)
sandra.aparecida@unidavi.edu.br

Resumo. O relato de experiência apresentado fundamenta-se na metodologia de projeto didático, a qual prevê um produto final, que consiste na proposição de atividades de ensino e aprendizagem planejadas e sistematizadas por meio de um roteiro organizativo. Pretende-se apresentar experiências pedagógicas que utilizaram o projeto didático como metodologia de ensino para turmas de Educação Básica com evidências de aprendizagem. Os projetos didáticos eram organizados e apresentados aos estudantes por meio de um roteiro previamente elaborado que orientava as atividades desenvolvidas durante as aulas; era lido e acordado; as aulas, aconteciam de modo a colaborar com a mediação da situação-problema. Os produtos elaborados foram apresentados tanto para a comunidade escolar quanto para a comunidade em geral. As percepções acerca da proposição do projeto didático como metodologia de ensino deram-se a partir das evidências de aprendizagem dos estudantes envolvidos ao longo do percurso formativo.

Palavras-chave: Projeto. Metodologia. Aprendizagem.

1. Introdução

O século XXI imprime às escolas a necessidade de escolarizarem desafios contemporâneos que estejam e emergem do contexto social, cultural e de vivência dos estudantes. Desta forma é preciso que haja um espaço dialógico para que os mesmos sejam efetivamente protagonistas no processo educativo, qualificando-se para escolhas reais, contribuindo para a construção de um mundo melhor para todos.

Fundamentadas no entendimento do processo educativo em que as escolas, escolarizam o mundo, as autoras deste relato de experiência adotaram a metodologia de projeto didático em suas aulas. A qual prevê a elaboração e/ou confecção de um produto final, que consiste na proposição de atividades de ensino e aprendizagem planejadas e sistematizadas por meio de um roteiro organizativo, uma formalização do processo pedagógico entre professores e estudantes (MOURA; BARBOSA, 2007; BAGNO, 2012; BENDER, 2014; MORAN, 2018).

Sobre o projeto como metodologia de aprendizagem Moran (2018, p. 16-17) afirma que "os alunos se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com sua vida fora da sala de aula".

Complementa, "diferentemente de uma situação didática, em um projeto de aprendizagem há preocupação em gerar um produto".

O relato de experiência apresentado deu-se a partir de projetos didáticos desenvolvidos com turmas do Ensino Médio (EM) em uma escola comunitária, situada em um município do interior do estado de Santa Catarina - Brasil. Os respectivos projetos didáticos foram planejados e desenvolvidos em aulas do cronograma regular de Ciências da Natureza, em particular dos componentes curriculares de Química e Biologia.

2. Metodologia de Ensino relatada

Os projetos didáticos relatados como experiências pedagógicas consistiram em propostas que foram desenvolvidas ao longo dos anos letivos entre 2009 e 2013, com diferentes temáticas, entre elas: História da Ciência, alimentação e envelhecimento. As temáticas e atividades de ensino e aprendizagem eram elaboradas após o encontro das professoras com os estudantes que compunham cada turma escolar e o desenvolvimento das atividades diagnósticas do início do período escolar.

Os componentes curriculares que dialogaram e desenvolveram os respectivos projetos didáticos foram, diretamente, a Química e a Biologia, para turmas de 1º a 3º ano Ensino Médio (EM). Os mesmos eram organizados e apresentados aos estudantes por meio de um roteiro (Fig. 1) previamente elaborado que orientava as atividades desenvolvidas durante as aulas; logo nos meses de fevereiro e março eram apresentados, com término previsto para os meses de outubro ou novembro.

PROJETO DIDÁTICO – "Sal: um vilão em nossas mesas"

Culturalmente, inserido em nossa alimentação e biologicamente reconhecido por nosso paladar como um dos maiores realçadores do sabor, o sal constitui um dos temperos mais comuns e frequentes tanto nos alimentos elaborados quanto nos industrializados.

O sal é um dos maiores vilões da alimentação, considerando que seu consumo excessivo está relacionado ao desenvolvimento de doenças crônicas, como a hipertensão arterial, doenças cardiovasculares entre outras.

O Brasil está entre os maiores consumidores mundiais de sal. Um estudo sobre o consumo de sal por brasileiros indica que a quantidade de sódio disponível para consumo nos domicílios brasileiros excede a ingestão máxima recomendada.

Conforme a OMS a quantidade máxima de ingestão diária de sódio recomendada por pessoa é de 2g ou 6g de sal. O que não podemos esquecer é o sódio não é encontrado somente no sal, alimentos embutidos, temperos prontos, sopas industrializadas e até as bolachas recheadas contêm quantidades expressivas.

1. Objetivo Geral

Realizar, em grupo, a investigação da quantidade de sal presente nos alimentos industrializados consumidos diariamente e suas implicações no organismo.

2. Objetivos Específicos

- Escolher a embalagem/rótulo de 4 alimentos consumidos diariamente;
- Anotar a quantidade de sal encontrada na tabela nutricional de cada alimento;
- Elaborar uma tabela contendo a frequência de consumo e a quantidade consumida diariamente;
- Ler o texto - Sal, do livro Os Botões de Napoleão - as 17 moléculas que mudaram a história;
- Discutir informações do texto nas aulas de química e biologia;
- Realizar o experimento que indica a presença do iodo no sal de cozinha;
- Analisar os resultados obtidos nas etapas efetuadas;
- Representar os resultados e discussão, em folha A3;
- Redigir um artigo explicitando os resultados da investigação;
- Perceber situações desafiadoras relacionadas à alimentação, presentes no cotidiano;
- Participar enquanto sujeito ativo de um projeto interdisciplinar.

3. Conteúdo

Química: funções inorgânicas. Biologia: citologia, anatomia e fisiologia humana.

4. Produto Final

No final do trabalho, que será no mês de outubro, as representações e o artigo serão apresentados na Mostra de trabalhos (com data a ser definida).

5. Avaliação

A execução de todas as etapas explicitadas nos objetivos específicos gerará notas conceituais e procedimentais para as disciplinas diretamente envolvidas. A avaliação atitudinal será atribuída pelas posturas assumidas durante a realização dos experimentos e das atividades propostas.

6. Instrumentos e/ou materiais de apoio, bibliografia necessários aos alunos

- Livro: Os botões de Napoleão as 17 moléculas que mudaram a história, de Penny Le Conteur e Jay Burreson -Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006;
- Apostila do POSITIVO.
- Portal POSITIVO
- Artigo: Teste para iodo em sal de cozinha: interdisciplinaridade e contextualização para o ensino de conceitos químicos. http://www.fcicam.br/nupem/analise_vii_epct/PDF/ENGENHARIAS/EPA/06_483_kkbeltrameartigoCompleto.pdf
- Revistas de divulgação científica, como: Ciência Hoje, Super Interessante, Mundo Estranho, ...

7. Cronograma - Este projeto acontecerá durante os meses de agosto, setembro e outubro.

Fig. 1. Roteiro organizativo de projeto didático sobre alimentação, elaborado pelas autoras em 2013.

2.1. Elementos do Roteiro Organizativo

O roteiro do projeto didático entregue aos estudantes, era lido e acordado com os mesmos; a partir das proposições partilhadas, as aulas, entendidas como momentos de aprendizagem, aconteciam de modo a colaborarem com a mediação da *situação-problema*, neste caso, apresentada na Figura 1, no *Objetivo Geral*.

A análise dos elementos que o compõem consistia na compreensão dos *objetivos de aprendizagem*, expressos pelos *Objetivos Específicos* no roteiro, propostos a partir dos *conteúdos educativos* (conceituais, procedimentais e atitudinais), assumindo o *status* de critérios de avaliação, tanto pelo professor quanto pelos estudantes na condução da escrita da autoavaliação.

Os objetivos de aprendizagem são os resultados desejados que direcionam a natureza das evidências da avaliação necessárias para planejar as experiências de aprendizagem e de ensino. Nesta perspectiva o professor em seu planejamento deve

questionar-se: quais são os resultados importantes e adequados para a aprendizagem? E pensando nos objetivos é que se mobilizam “as evidências de aprendizagem implicadas nos resultados desejados, em vez de pensar na avaliação primariamente como um meio para gerar notas” (WIGGINS; McTIGHE, 2019, p. 146).

Para Hattie (2017, p. 25, grifo das autoras),

a capacidade de professores especialistas de resolver problemas, ser flexíveis e improvisar maneiras em que os alunos podem controlar os **objetivos de aprendizagem** significa que eles precisam ser excelentes buscadores e usuários de informações de *feedback* a respeito do seu ensino - isto é, de *feedback* sobre o efeito que eles apresentam na aprendizagem.

Os conteúdos conceituais eram definidos com os estudantes e relacionados com o currículo previsto no plano de ensino respectivo ao ano escolar, os quais os escreviam por meio de uma elaboração coletiva reflexiva; podendo ser complementados ao longo do percurso pedagógico trilhado.

Outro elemento que merece destaque é o *cronograma*, o qual orientou o planejamento das aulas e o cumprimento da proposição, compondo também critério para avaliação atitudinal. O cronograma é um item que oportuniza aprender sobre organizar-se, sobre elaborar e registrar agenda.

As atividades desenvolvidas por vezes planejadas com os estudantes que se fizeram protagonistas no percurso da trilha pedagógica aconteceram por meio de leituras dirigidas, de textos didáticos e de divulgação científica; de atividades práticas, envolvendo experimentos laboratoriais, análise de rótulos/embalagens, contato com indústrias, entre outras instituições sociais; de escritas de diferentes gêneros textuais (relatórios científicos e fotográficos, e-mails, questões abertas e fechadas de concursos a nível de EM).

A avaliação formativa esteve entranhada em todas as proposições de ensino uma vez que seu objetivo central visou ampliar a aprendizagem dos estudantes, o qual demandou "disposição para repensar o planejamento das aulas, em conjunto com uma prontidão para mudar os papéis que tanto os professores quanto os alunos desempenham no apoio do processo de aprendizagem" (BLACK; HARRISON; LEE; MARSHALL; WILIAM, 2018, p. 175).

3. Discussão das evidências pelas professoras

Debruçar-se sobre os fazeres pedagógicos por meio de projetos didáticos com vistas a aprendizagem dos estudantes permitiu às autoras reflexões qualificadas sobre o processo de compreensão pelos mesmos, emergindo como evidências aspectos potencializadores e fragilizados, respectivamente.

3.1. Evidências de aspectos potencializadores da aprendizagem em projetos didáticos

A motivação e o envolvimento dos estudantes na realização das atividades propostas frente a um desafio autêntico e real que abordou escolhas alimentares mediante a

compreensão dos impactos no organismo humano pela ingestão de mais ou menos sal, consistem em aspectos potencializadores da aprendizagem.

Observou-se a motivação e o envolvimento dos estudantes em todas as etapas propostas para o desenvolvimento do projeto, uma vez que a investigação realizada por eles foi profundamente integrada à aprendizagem dos conteúdos educativos expressados por meio do objetivo de ensino (Objetivo Geral no roteiro organizativo) e dos objetivos de aprendizagem (Objetivos Específicos no roteiro organizativo).

Estes aspectos, a motivação e o envolvimento dos estudantes é também evidenciado por Bender (2014, p. 15) quando associa que eles, os estudantes, "têm, em geral, algum poder de escolha em relação ao projeto do seu grupo e aos métodos a serem usados para desenvolvê-lo, eles tendem a ter uma motivação muito maior para trabalhar de forma diligente na solução de problemas".

Pozo e Crespo (2009) apresentam a motivação como essencial para a aprendizagem, sendo esta responsabilidade tanto dos estudantes quanto do ensino que lhe é proporcionado. Nesse sentido, o ensino deve ter como ponto de partida os interesses dos estudantes, conectando o seu mundo cotidiano de forma a "transcendê-lo, de ir além, e introduzi-los, quase sem que eles percebam, na tarefa científica" (POZO; CRESPO, 2009, p. 44).

Outro aspecto potencializador é a flexibilidade do professor no planejamento, as informações geradas pelo processo avaliativo retro-alimentam a proposição do planejamento, permitindo mudanças de rotas nas trilhas pedagógicas. Segundo Hattie (2017, p. 25), "os professores especialistas são habilidosos em monitorar o estado atual de compreensão dos alunos e o progresso da aprendizagem na direção de critérios de sucesso e procuram e fornecem *feedback* associado ao nível de compreensão atual dos alunos".

Os projetos didáticos desenvolvidos exigiram que as professoras retomassem inúmeras vezes o planejamento das atividades pedagógicas; toda vez que a demanda de mudança de rota emergia, do ponto de vista conceitual, procedimental e/ou atitudinal.

Um terceiro aspecto potencializador é o roteiro organizativo elaborado depois do encontro do professor com a turma e após o período diagnóstico no início do ano letivo e pactuado com os estudantes. O roteiro organiza a proposta de investigação, o pensamento para o desenvolvimento das atividades pedagógicas, tanto do professor quanto do estudante, mantendo o foco e orientando o processo educativo ao longo do ano letivo.

No roteiro organizativo, o elemento que refere-se aos objetivos de aprendizagem constitui-se aspecto potencializador. Webb (2009) em seus estudos construiu um processo que analisa os verbos utilizados para exprimir os objetivos de aprendizagem e avaliar o alinhamento do currículo. Este estudo resultou no modelo da Complexidade do Conhecimento (CdC), que é utilizado para analisar os domínios cognitivos reivindicados pelos padrões curriculares, pelas atividades pedagógicas e pelas questões de avaliação (WEBB, 2009).

Este modelo está fundamentado na ideia de que todos os elementos curriculares podem ser classificados a partir das demandas cognitivas requeridas na elaboração de uma resposta. Cada conjunto de atividades ou tarefas reflete um nível diferente de expectativa cognitiva – complexidade de conhecimento – requerida para completar a atividade ou tarefa (WEBB, 2009).

Observando os verbos utilizados como objetivos de aprendizagem no projeto didático (Fig. 1), é possível identificar que dois deles (escolher e anotar) são elementos curriculares que envolvem tarefas básicas, exigindo o conhecimento e/ou habilidades. Os verbos elaborar, ler e realizar envolvem o trabalho ou a aplicação de habilidades e/ou conceitos em tarefas que exigem um domínio cognitivo mais avançado em relação ao anterior. Já discutir, representar e perceber são verbos que no contexto em que estão propostos demandam pensamento estratégico e raciocínio. Ainda os verbos analisar, redigir e participar exigem o uso de processos cognitivos de nível maior, como síntese, reflexão, avaliação, buscando um pensamento estratégico que visa a resolução de um problema.

A partir de um olhar mais atento para os objetivos de aprendizagem (Fig. 1) percebe-se que expressam diferentes domínios da avaliação em sala de aula, os cognitivos que englobam atividades intelectuais, os afetivos e os psicomotores (RUSSELL; AIRASIAN, 2014). E no contexto da avaliação para a compreensão Wiggins e McTighe (2019, p. 157) asseveram a importância de “quando fazemos maior uso de instrumentos de avaliação orais, redes de conceitos, portfólios e itens de resposta construída de todos os tipos para permitir que os alunos mostrem seu trabalho e revelem seu pensamento”.

A autoavaliação enquanto aspecto potencializador da avaliação formativa consistiu em cada estudante escrever sobre si frente aos objetivos de aprendizagem, refletindo-se em relação aos conteúdos educativos e desta análise atribuíram uma nota a si, a qual após análise das professoras junto ao estudante foi considerada em sua avaliação formal. A importância da autoavaliação é expressada por Black et al. (2018, p. 164) quando dizem:

À medida que os alunos o fazem, eles começam a desenvolver uma visão mais ampla do trabalho que lhes permite gerenciá-lo e controlá-lo por si mesmos. Em outras palavras, os estudantes estão desenvolvendo a capacidade de trabalhar no nível metacognitivo.

3.2. Evidências de aspectos fragilizados da aprendizagem em projetos didáticos

Nas experiências pedagógicas relatadas não se vivenciou aspectos fragilizados uma vez que as professoras envolvidas estavam na proposição de ensino assim como de pesquisadoras da sua prática e o processo sugeriu os aspectos citados.

A falta de compreensão do processo pedagógico formativo por todos os sujeitos envolvidos, a considerar gestores, professores e estudantes revela-se um aspecto fragilizado uma vez que promove meios de avaliação diferentes dos instrucionais, como uma prova, uma lista de questões fechadas ou abertas, geralmente individual.

Outro aspecto fragilizado é a posicionalidade do professor frente ao planejamento reverso (WIGGINS; McTIGHE, 2019), elaboração do projeto didático e respectivo roteiro organizativo, considerando a disposição e a disponibilidade em relação ao tempo, a recursos físicos e intelectuais; a abertura epistêmica; e a postura dialógica no processo pedagógico.

4. Conclusão

Ao analisar o processo de aprendizagem na proposição pedagógica de projetos didáticos torna-se possível considerar que é imprescindível que os fazeres avaliativos por parte do professor precisam estar integrados ao planejamento das aulas, uma vez que as diferentes estratégias de ensino e a retomada das evidências de aprendizagem frente às devolutivas aos estudantes são parte do processo educativo.

Frente a decisão da metodologia de projetos e seu percurso de definição, planejamento e desenvolvimento nas turmas escolares respectivas, cabe considerar que a avaliação diagnóstica junto aos estudantes no início do ano letivo gerou informações suficientes e específicas da turma para a tomada de decisão quanto à metodologia e ao tema de cada projeto. Cada projeto com seu tema foi desenvolvido com a turma na qual ele emergiu, não sendo reproduzido em turmas diferentes, como um modelo.

As evidências que emergiram das experiências pedagógicas relatadas pelas autoras indicam o potencial da proposição da metodologia de Projetos Didáticos, os quais subsidiaram o ensinar e o aprender por meio de registros formais de escrita e leitura que contribuem para o amadurecimento intelectual - cognitivo e psicológico - emocional de todos os sujeitos envolvidos, gestores, professores e estudantes.

5. Referências

- [1] D. G. Moura y E. F. Barbosa, *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*, Petrópolis (Rio de Janeiro): Vozes, 2007.
- [2] M. Bagno, *Pesquisa na escola: o que é, como se faz*, São Paulo: Edições Loyola, 2012.
- [3] W. N. Bender, *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*, Porto Alegre: Penso, 2014.
- [4] J. Moran. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda, In: L. Bacich y J. Moran. (Orgs.), *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*, Porto Alegre: Penso, 2018.
- [5] G. Wiggins y J. McTighe, *Planejamento para a compreensão: alinhando currículo e ensino por meio do planejamento reverso*, Porto Alegre: Penso, 2019.
- [6] P. Black, C. Harrison, C. Lee, B. Marshall y D. Wilian, «Trabalhando por dentro da caixa preta: avaliação para a aprendizagem na sala de aula», *Cadernos Cenpec*, São Paulo, v.8, n.2, p.153-183, jul./dez., 2018. Available: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:McMvGCJ69VwJ:cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/download/445/429+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. [Último acesso: 21 07 2021].
- [7] J.I. Pozo y M. Á. G. Crespo, *Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*, Porto Alegre: Artmed, 2009.
- [8] J. Hattie, *Aprendizagem visível para professores: como maximizar o impacto da aprendizagem*, Porto Alegre: Penso, 2017.
- [9] N. L. Webb, «Guia Webb da complexidade do conhecimento,» Available: <https://www.greelane.com/pt/recursos/for-educators/how-depth-of-knowledge-drives-learning-and-assessment-3194253>. [Último acesso: 18 abr 2021].
- [10] M. K. Russell y P. W. Airasian, *Avaliação em sala de aula: conceitos e aplicações*, Porto Alegre: AMGH, 2014.

Enseñar Química General en Ingenierías en tiempos de pandemia

Panigatti, M. Cecilia, Griffa, Carina, Boglione, Rosana, Alegre, Laura, Pergasere, German, Gutiérrez, Gonzalo

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rafaela
labquimicautn@gmail.com

Resumen. La Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, cuenta con carreras de grado: Ingeniería Civil, Industrial y Electromecánica. En el ciclo básico se dicta la asignatura Química General donde los contenidos se desarrollan en clases teóricas, ejercitación, laboratorio y tutorías. Frente a la situación de emergencia sanitaria por Covid-19, la cátedra debió adaptarse a un cambio en el dictado de la materia de presencial a virtual. El objetivo del trabajo es mostrar el cambio de estrategia de los docentes a la nueva modalidad de enseñanza virtual y la respuesta de los alumnos ante la transición de clase presencial a un aula del campus virtual. Se solicitó a los estudiantes que respondan una encuesta para obtener información sobre la experiencia de enseñanza-aprendizaje. Los resultados obtenidos sugieren una muy buena aceptación de la modalidad virtual y se plantearon nuevas estrategias para lograr un mejor desarrollo de los contenidos para el cursado 2021.

Palabras clave: Química General. Ingenierías. Pandemia.

1. Introducción

La Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional, cuenta con diversas carreras de grado entre las que se encuentran Ingeniería Civil, Industrial y Electromecánica. En el primer año del ciclo básico se dicta la asignatura Química General donde los contenidos se desarrollan en clases teóricas, ejercitación, laboratorio y tutorías.

En el año 2020, frente a la situación de emergencia sanitaria por Covid-19, la cátedra debió adaptarse a un cambio en el dictado de la materia de presencial a virtual. En el ámbito universitario la transformación urgente de las clases presenciales a un formato online se ha llevado a cabo de una forma que se puede calificar como aceptable en términos generales, si bien las medidas tomadas se han ajustado a la urgencia y no a una planificación pensada a priori para impartir una asignatura con una metodología completamente online [1]. Hodges y col. [2] sostienen que no puede pretenderse que

esta acción, urgente y sobrevenida, sea análoga en experiencia, planificación y desarrollo a las propuestas que están específicamente diseñadas desde su concepción para impartirse online.

El desafío realizado por los integrantes de la Cátedra de Química de la Facultad Regional Rafaela fue incorporar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las prácticas de docentes y alumnos, por lo tanto, ambos modificaron la forma de trabajo tradicional, donde los docentes debieron agudizar la creatividad digital para motivar a los estudiantes. Esto, además, requirió una rápida capacitación en el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación que permitieran crear un entorno de aprendizaje que motive a los alumnos en esa nueva realidad, para lo cual, la Facultad Regional Rafaela organizó cursos y seminarios online con el objetivo de formar a los educandos.

La incorporación de las TIC a las instituciones educativas permite nuevas formas de acceder, generar y transmitir información y conocimientos [3][4]. Este nuevo planteamiento pedagógico genera entornos de enseñanza-aprendizaje que favorecen la retroalimentación continua y un seguimiento constante del alumno [5].

La instrumentación de la nueva forma de dictado resultó relativamente sencilla, ya que se contaba con vías de comunicación con los alumnos (en una primera etapa a través de correos electrónicos y luego Classroom). Las clases se dictaron de manera sincrónica por videoconferencia a través de la plataforma Zoom, grabándose las mismas para que los alumnos pudieran acceder en forma asincrónica. Una de las herramientas clave y estratégica para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje fue el uso del Campus de la Facultad, desarrollado bajo la plataforma Moodle. Si bien esta herramienta se encontraba disponible en la facultad, hasta ese momento, sólo había sido empleada como anexo al trabajo presencial, con algunos materiales y recursos, y no como una plataforma de enseñanza virtual. En esta nueva situación se incorporaron todos los recursos didácticos necesarios para continuar con el proceso de enseñanza, que incluyeron: las grabaciones de las clases realizadas durante el cuatrimestre, los apuntes teóricos, el material para ejercitación, los videos pertinentes a la temática, y todo el material de apoyo fueron subidos al campus (Figura 1).

La evaluación como proceso, consistente en la comprobación del mero logro de objetivos o conocimientos [6], debería haber evolucionado hacia una concepción de asesoramiento, regulación, reorientación y ordenación de los aprendizajes, para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje [7]. Durante el aislamiento obligatorio, se debió adaptar la evaluación a la virtualidad, buscando nuevas herramientas que permitieran valorar los conocimientos y competencias adquiridas por los alumnos. Para ello se desarrollaron parciales, utilizando la plataforma Moodle.



Fig.1 Campus empleado en el dictado de Química General

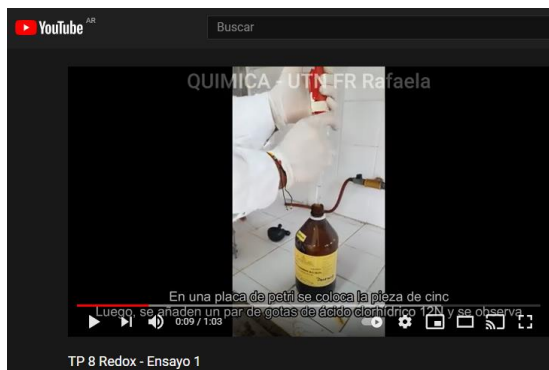


Fig.2 Canal de Youtube utilizado para videos de laboratorio

2. Objetivo

El objetivo del presente trabajo es mostrar el cambio de estrategia de los docentes a la nueva modalidad de enseñanza virtual y la respuesta de los alumnos ante la transición del espacio de clase presencial a un aula del campus virtual.

3. Metodología

La asignatura Química General de las carreras de Ingeniería, se desarrolló en dos comisiones (turno tarde y turno noche), a través del dictado de clases teóricas, ejercitación, prácticas de laboratorio y tutorías. En las teorías, se realizó una explicación de los temas planificados con el apoyo de bibliografía y complementando con videos pertinentes al tema.

En las clases de ejercitación, los docentes explicaron ejercicios modelos de cada tema, utilizando una Guía de Ejercicios, entregada al comienzo del cuatrimestre. Los mismos se realizaron en forma conjunta, de manera de resolver cualquier duda que surgiera en el momento.

Para llevar adelante los trabajos prácticos de laboratorio, los docentes generaron videos con los ensayos correspondientes a cada uno de los temas planificados, los cuales fueron subidos a un canal de youtube (Figura 2) y compartidos en el campus. Los alumnos debían observarlos previo a la clase virtual, en la cual se repasaban los conceptos desarrollados en los videos y luego los estudiantes debían responder un cuestionario en el campus.

En las clases de tutorías, los docentes resolvieron todas las dudas que surgían tanto de las teorías como de los ejercicios prácticos.

Todas las clases fueron presentadas utilizando PowerPoint y dictadas a través del sistema de videoconferencia Zoom.

En cuanto a la metodología de evaluación utilizada en la virtualidad, se realizaron dos parciales de práctica y uno teórico, empleando la plataforma Moodle y la herramienta Zoom para hacer el seguimiento y control del alumno durante dicha instancia. Los alumnos que habían aprobado los parciales de práctica con una nota superior a 6 tenían la posibilidad de realizar el parcial de teoría para lograr la aprobación directa de la asignatura. Coincidiendo con otros autores ([8] [9]), uno de los grandes problemas a los que se debe enfrentar la enseñanza online es la evaluación, ante situaciones tales como la necesidad de conocer y asegurar la verdadera identidad de la persona que se somete a la prueba, así como controlar el contexto físico en el que la persona está realizando dicha prueba.

Luego de finalizado el cursado se solicitó a los estudiantes que respondan una encuesta no obligatoria y anónima para obtener información sobre la experiencia de enseñanza-aprendizaje llevada a cabo durante el año 2020.

En la misma se les solicitó que valoren los materiales utilizados en el proceso enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta: la presentación general de los contenidos en el campus, los apuntes relacionados a la teoría de la asignatura, la propuesta de ejercicios en la clase práctica y la propuesta de actividades de Laboratorio.

También se les consultó sobre las características de las clases dictadas por videoconferencia (zoom), separando en: Clases Teóricas, Clases Prácticas, Laboratorio y Tutorías.

Respecto a los trabajos prácticos de Laboratorio de Química se les pidió que valoren los siguientes puntos:

- Claridad de las Guías de Trabajos Prácticos (TP).
- Claridad de los videos demostrativos de los Trabajos de Laboratorio.
- Cuestionario de preguntas realizados en el campus al inicio o finalización del TP.

En las preguntas formuladas en la encuesta debían realizar una valoración de 0 (muy mala) a 5 (excelente).

Todas las clases fueron grabadas y luego compartidas en el campus por lo que se les solicitó marquen una de las siguientes opciones respecto a las clases asincrónicas:

- Siempre miré los videos.
- Los videos han sido de gran utilidad en el momento de estudiar.
- A veces miré algunos videos cuando no había entendido algún concepto.
- Nunca miré los videos.

En cuanto a la comunicación con los docentes de la cátedra se les solicitó a los estudiantes que la clasifiquen teniendo en cuenta las siguientes opciones: Mala, Buena, Muy buena y Excelente.

También se consultó la opinión sobre de la metodología de evaluación, la cual ha sido a través del campus y dividida en parciales, teniendo las siguientes opciones:

- Totalmente de acuerdo con la forma de evaluar y muy bien implementado.
- De acuerdo con la forma de evaluar.
- No me resultó adecuada la forma de evaluar.
- No estoy conforme con la evaluación a través del campus.

En cuanto a los parciales de práctica se les solicitó que respondan qué tipo/s de pregunta/s le/s ha/n resultado más fáciles de comprender: Preguntas con respuestas numérica para seleccionar, Preguntas con respuestas numéricas para escribir el

resultado, Múltiple choice, Pregunta de emparejamiento, Verdadero o Falso. Para aquellos que realizaron el parcial de teoría, para obtener la aprobación directa de la asignatura, también se les consultó sobre qué tipo de pregunta/s le/s resultaron más fáciles de comprender: Múltiple choice, Ejercicio de emparejamiento, Verdadero o Falso, Desarrollo de conceptos o Todas.

Finalmente, había un espacio destinado a opiniones, sugerencias, propuestas o críticas con el fin de mejorar el dictado de las clases de Química General.

4. Resultados y discusión

El 57 % de los alumnos que finalizaron el cursado de la asignatura Química General respondieron la encuesta, correspondiendo el 57,9 % a alumnos de la carrera de Ingeniería Civil, 23,7 % a Ingeniería Electromecánica y 18,4 % a Ingeniería Industrial.

Al preguntar a los alumnos su opinión sobre los materiales utilizados en el proceso de aprendizaje, tanto la presentación general de contenidos en el campus como las guías de problemas tuvieron muy buenas respuestas y fueron muy bien valorados (más del 80 % de las puntuaciones se encuentran entre 4 y 5), obteniendo menores puntajes los apuntes de teoría y las propuestas de Laboratorio (Figura 3).

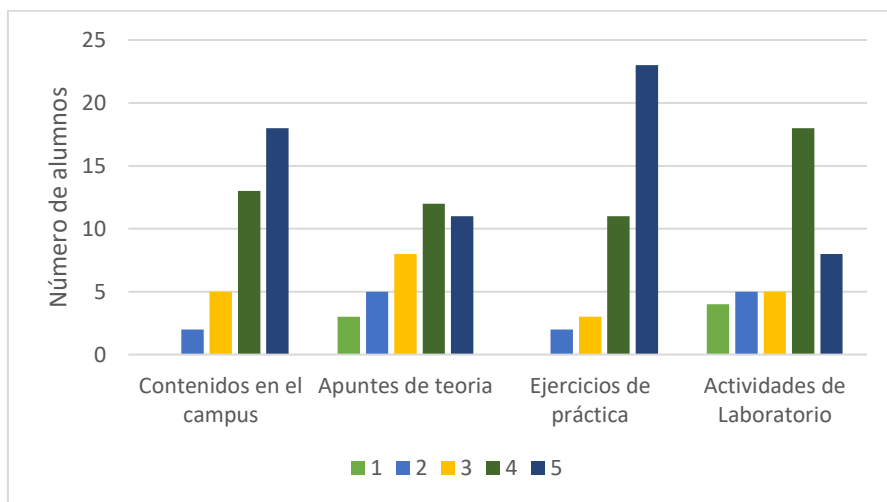


Fig. 3: Calificaciones de parte de los alumnos de los materiales y recursos utilizados en el dictado de Química General. Valoración de 1 (mala) a 5 (excelente).

En la Figura 4 se observan los puntajes asignados por los alumnos a los diferentes tipos de clases.

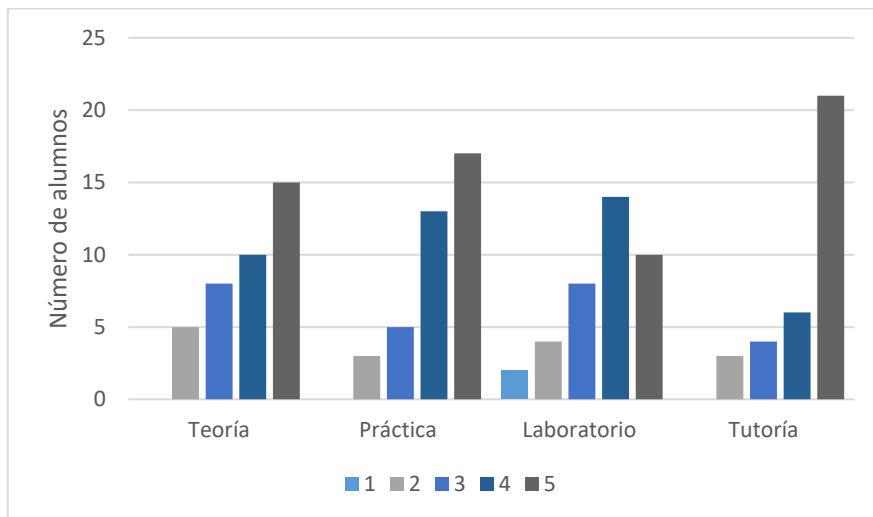


Fig. 4: Resultados obtenidos en la calificación de las diferentes clases de parte de los alumnos. Valoración de 1 (mala) a 5 (excelente).

Al solicitarles la opinión sobre las actividades relacionadas a los trabajos prácticos de laboratorio realizados en forma virtual, por encima del 80 % ha puntuado como muy bueno o excelente los videos demostrativos y las preguntas realizadas en el campus una vez finalizada esta actividad. Se obtuvo menor puntuación para la claridad de las guías de trabajos prácticos (71 % puntuación 4 y 5). Algunos alumnos manifestaron la necesidad de realizar los laboratorios en forma presencial.

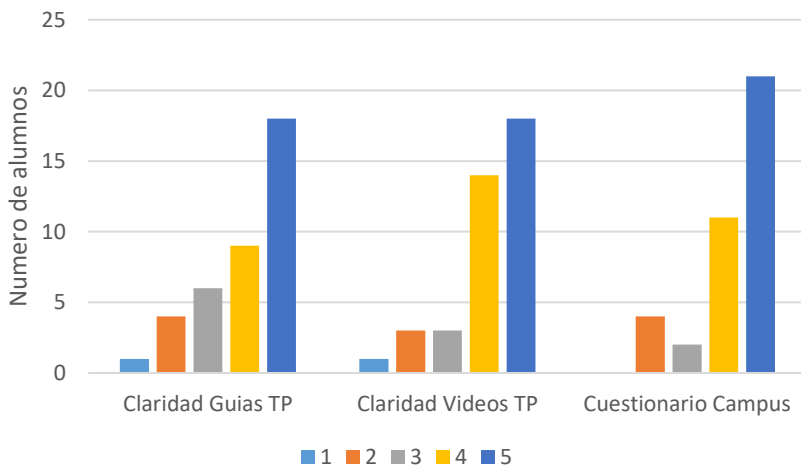


Fig. 5: Evaluación respecto a ítems vinculados a los trabajos prácticos de laboratorio realizados en forma virtual. Valoración de 1 (mala) a 5 (excelente).

Como se mencionó anteriormente, todas las clases (teoría, ejercitación y trabajos de laboratorio) han sido grabadas y los videos luego fueron compartidas en el campus para que pudieran volver a observarlos. Los estudiantes manifestaron que les resultaron de gran utilidad en el momento de estudiar y/o para comprender mejor un tema.

El 89 % de los alumnos manifestaron que la comunicación con los profesores durante el cursado virtual ha sido entre muy buena y excelente.

En cuanto a la evaluación, el 27,3 % de los estudiantes obtuvo la aprobación directa al finalizar el cuatrimestre, aprobando todos los parciales (práctica y teoría) con puntaje superior al 60 %. El 54,5 % ha logrado regularizar la asignatura aprobando los parciales de práctica, mientras que el 18,2 % han abandonado o quedado libre.

En la encuesta, el 99 % de los alumnos reconocieron estar de acuerdo con la forma de evaluación de la asignatura, prefiriendo las preguntas de respuestas por opciones múltiples.

Los resultados obtenidos indican una muy buena aceptación de la modalidad virtual por parte de los alumnos, sugiriendo algunos estudiantes la necesidad de tener algunas clases presenciales. En cuanto al equipo de docentes se le presentó la oportunidad de explorar nuevas formas de abordaje en el proceso enseñanza-aprendizaje, logrando una mejora en el manejo de diferentes herramientas empleadas para el dictado de las clases en forma virtual.

La educación virtual se ha convertido en un pilar fundamental para continuar con el aprendizaje donde tanto el alumno como el docente, tuvieron que adecuarse y asumir nuevas tareas y roles en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en la encuesta realizada a los alumnos sugieren una muy buena aceptación de la modalidad virtual por parte de estos.

Con la experiencia obtenida en 2020, se plantearon nuevas estrategias para lograr un mejor desarrollo de los contenidos de Química General para el cursado 2021.

6. Referencias

- [1] F. García-Peñalvo, A. Corell, V. Abella-García and M. Grande, "La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19," *Education in the Knowledge Society*, vol. 21. pp.9-10, 2020, doi: <https://doi.org/10.14201/eks.2020210>
- [2] C. Hodges, S. Moore, B. Lockee, T.Trust, y A. Bond (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. Recuperado de <https://bit.ly/3b0Nzx7>
- [3] J. Cabero. *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid: McGraw – Hill 2006.

- [4] P. M.Graells (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. 3C TIC. Cuadernos de Desarrollo Aplicados a las TIC, 2(1).
- [5] M.T. Alshammari (2020). Design and evaluation of an adaptive framework for virtual learning environments. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*.7(5), 39-51. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2020.05.006>
- [6] R. Tyler, (1950). *Basic principle of curriculum and instruction*. Chicago, USA: Chicago University.
- [7] S. Castillo Arredondo y J. Cabrerizo Diago (2009). *Evaluación educativa de aprendizajes y competencias*. Madrid, España: Pearson Educación.
- [8] J.Carstairs y B. Myors (2009). Internet testing: A natural experiment reveals test score inflation on a high-stakes, unproctored cognitive test. *Computers in Human Behavior*, 25 (3), 738-742. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.01.011>
- [9] A.Friedman, I. Blau, y Y. Eshet-Alkalai (2016). Cheating and feeling honest: Committing and punishing analog versus digital academic dishonesty behaviors in higher education. *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Life Long Learning*, 12, 193-205. doi: <https://doi.org/10.28945/3629>

Una experiencia de formación ambiental de posgrado a distancia

Fortunato, María Susana; González, Ana Julieta; Baroni, Sabina; Grifes Paisan, Luciana; Rossi Susana Lilian; Gallego Alfredo; Korol, Sonia Edith

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental
agallego@ffyb.uba.ar

Resumen. El curso Biodegradación de Efluentes Industriales es un curso de posgrado cuyo objetivo es brindar a los profesionales un conocimiento integral sobre la caracterización y la biodepuración de las aguas residuales. Durante muchos años se dictó de modo presencial durante un bimestre, alternando clases teóricas y prácticas. Con el objetivo de posibilitar la concurrencia de residentes del interior de nuestro país, se decidió dictar la parte teórica como un módulo totalmente a distancia, concentrando las actividades prácticas en una única semana presencial. El presente trabajo describe las decisiones docentes y el recorrido realizado para el diseño del módulo virtual. La experiencia obtenida en la transformación ordenada de un curso presencial a uno virtual fue luego de utilidad durante la pandemia, para afrontar el desafío del dictado de otras materias a distancia. Creemos que, del mismo modo, el relato de esta experiencia puede servir para ser aplicada a otras situaciones.

Palabras clave: Educación ambiental. Educación a distancia. Nuevas tecnologías de información y comunicación.

1. Introducción

El curso “Biodegradación de Efluentes Industriales” se dicta desde el año 1994 como curso de posgrado en la Facultad de Farmacia y Bioquímica. Es además una asignatura de la Maestría en Biotecnología de la Universidad de Buenos Aires. Desde el año 2009 el curso contó con un campus virtual en el que se realizaban parte de las tareas, particularmente todo lo relacionado con el entrenamiento en la utilización de bases de datos y otras herramientas disponibles en Internet [1]. A partir de 2020 se implementó una modalidad distinta para su dictado, que incluía un módulo teórico que se dictaría a distancia, seguido de un módulo presencial optativo. El objetivo del nuevo formato era hacerlo más accesible para alumnos del interior del país o del exterior. De un formato principalmente presencial, con una duración de siete semanas y con dos sesiones semanales, se pasó a un formato que incluía una instancia virtual, mayormente asincrónica, y una instancia presencial intensiva de una semana de duración.

2. Objetivos

Los objetivos de este trabajo son describir las decisiones docentes que llevaron a la elaboración del módulo virtual, esto incluye la selección de los contenidos, el diseño y la fundamentación de las distintas actividades y la elaboración de una estrategia de evaluación adecuada. Se presenta también un análisis de los resultados obtenidos.

3. Desarrollo de la experiencia

3.1. Selección de los contenidos

El propósito del curso es brindar a los alumnos conocimientos sobre los contaminantes que pueden estar presentes en los efluentes líquidos según su origen, cuál es el impacto que pueden producir en el ambiente y en la salud de las poblaciones expuestas, cómo se los caracteriza en el laboratorio y cuáles son las alternativas de tratamiento para prevenir o minimizar el impacto que puedan causar.

Se trata de un curso que se dicta a la vez como curso de posgrado en el ámbito de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires y como asignatura de la Maestría en Biotecnología de la misma Universidad. Si bien suele haber entre los profesionales inscriptos un mayor número de Farmacéuticos y Bioquímicos, el curso tiene una impronta multidisciplinaria en la que participan egresados de distintas carreras universitarias.

Los contenidos del curso abarcan todos los aspectos del estudio de las aguas residuales. Se mantuvieron todos los temas que se daban de modo presencial, los cuales fueron divididos en seis unidades, que se presentan a continuación:

- Principales contaminantes: Su impacto en la salud y el ambiente
- Caracterización de efluentes líquidos
- Tratamiento de efluentes
- Biodegradación y biorremediación
- Legislación vigente
- Bioensayos de toxicidad aplicados en el análisis de los efluentes líquidos

Salvo la unidad de “Tratamiento de efluentes”, que tuvo una extensión de dos semanas, los demás temas fueron desarrollados en una semana virtual.

3.2. Selección de la plataforma y la modalidad del dictado

Se empleó el Campus Virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, basado en la plataforma Moodle, para alojar el curso. En la semana previa al comienzo se contactó por correo electrónico a los alumnos para darles las instrucciones para la matriculación, tanto en el campus de la facultad como en el curso. Desde el comienzo se privilegió una comunicación fluida a través de los foros del campus. Semana a semana se presentaba un resumen de las actividades a realizar a través del foro “Novedades”, cuya lectura se presentó como obligatoria. Cada solapa tenía al menos un foro de asistencia

para organizar las consultas tema por tema. Al margen había foros para la discusión de actividades específicas. Para comunicaciones personales se utilizó tanto el correo de la plataforma como correos personales de los docentes que coordinaban la unidad.

Las unidades estaban distribuidas en solapas que se iban poniendo a disposición de los alumnos de modo semanal. En cada solapa estaban ordenados los materiales disponibles en distintas secciones: guías de estudio, cuestionario de autoevaluación, actividades y bibliografía complementaria.

El esquema utilizado fue el de un “aula invertida”. El conjunto del material de cada unidad le permitía al alumno un aprendizaje autónomo de los contenidos. Los alumnos tenían una semana de tiempo para la lectura de los contenidos y la realización de las tareas. Al final de la semana se realizaba una reunión sincrónica para analizar las actividades realizadas, aclarar las dudas y, en algunos casos, para presentar problemas adicionales. El modelo de aula invertida requiere de un cuidadoso diseño de los contenidos y planificación para que pueda ser exitoso. También el compromiso y la participación del docente, que sin abandonar su rol de experto también asuma un papel de guía facilitador del aprendizaje durante el proceso [2].

Luego de la discusión sincrónica los alumnos tenían que aplicar los contenidos vistos para la resolución de un estudio de caso, que se extendía a lo largo de todo el curso abarcando los distintos temas. Esta instancia de ejercitación semana a semana tuvo el doble propósito de tratar de conseguir un aprendizaje significativo y de instancia de evaluación de los alumnos. De este modo, el tema visto no quedaba en una simple lectura, sino que debía ser analizado por cada alumno para la resolución de su caso. Por otra parte, el análisis de todo el recorrido individual a lo largo del curso podía ser utilizado para la evaluación del aprendizaje.

En la fig. 1 se describe un esquema general de la propuesta de trabajo semanal.



Fig. 1 Esquema del trabajo semanal

Las guías de estudio fueron especialmente escritas para la modalidad a distancia, por lo que contemplaron la heterogeneidad en la formación de grado de los concurrentes. En algunos casos se emplearon materiales existentes en Internet como fuente de contenidos. Es el caso de la plataforma “Derecho Ambiental”, disponible en la página web de Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, que fue utilizada como complemento de la unidad de Legislación. La página tiene excelentes clases sobre la historia y la situación actual del Derecho Ambiental en nuestro país y el mundo. El material, si bien supera los requerimientos del curso, brinda una muy completa introducción a un tema que suele resultar ajeno para la mayoría de los estudiantes carreras más técnicas.

La prueba de autoevaluación consistió en un cuestionario de opción múltiple realizado utilizando la herramienta “Formulario” de Google, con diez preguntas sobre los temas más relevantes de la unidad. La resolución se recibía en el momento de modo automático por correo electrónico, con aclaraciones si la opción elegida había sido errónea.

Las distintas actividades de la unidad estaban destinadas principalmente a aplicar los contenidos teóricos a problemas especialmente seleccionados. También hubo actividades destinadas a compartir las experiencias que podían aportar los alumnos. Se describen en detalle en la siguiente sección.

En la bibliografía, además de material bibliográfico convencional, como libros o artículos científicos, se crearon vínculos a las principales bases de datos y herramientas de consulta online para los distintos temas, acompañadas en algunos casos de instructivos de uso desarrollados para el curso por la cátedra.

3.3. Diseño de las actividades prácticas y herramientas empleadas

Las actividades fueron diseñadas especialmente para el curso e incluyeron:

- Entrenamiento en el empleo de bases de datos
- Uso de simuladores de laboratorio y de tratamiento
- Videos explicativos de técnicas de laboratorio y de plantas de tratamiento
- Videos comentados
- Resolución asistida de problemas
- Infografías y presentaciones interactivas

Las herramientas empleadas para el diseño de las distintas actividades fueron muy diversas. Además de las disponibles en Moodle, se utilizaron las siguientes plataformas y programas: Padlet y Wooclap, para la presentación de los alumnos; Google Sites, para la creación de páginas web; Power Point, para la elaboración de instructivos de uso de bases de datos y para desarrollar guías para la resolución asistida de problemas; Google Drive, para el armado de documentos colaborativos; Google Forms, para la resolución de cuestionarios y encuestas; Genially, para presentaciones interactivas y guías para resolución asistida de problemas, H5P, para la creación de videos anotados, YouTube, para mostrar ejemplos de plantas de tratamiento y para alojar videos creados especialmente para el curso.

Para las reuniones sincrónicas se usó la plataforma Zoom, aprovechando la licencia institucional de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA).

En la fig. 2 se describe en detalle las actividades realizadas por unidad y las herramientas empleadas. El curso fue pensado como un espacio interactivo, de modo que todas las tareas tuvieron instancias para discutir o compartir los resultados.

El objetivo principal de las actividades realizadas fue ejercitar al alumno en la aplicación de los contenidos teóricos. Esto en algunos casos implicaba tareas sencillas, por ejemplo, el empleo de bases de datos. Se trabajó con bases de datos sobre propiedades de contaminantes químicos (*Hazardous Substances Data Bank*, disponible en <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>; **Ristox, Base de Datos de Sustancias Tóxicas y Peligrosas**, disponible en <https://ristox.istas.net>; *IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans*, disponible en

<https://monographs.iarc.who.int/monographs-available>; *IRIS Integrated Risk Information System*, disponible en <https://www.epa.gov/iris>); microbiológicos (*The Global Water Pathogens Project*, disponible en <https://www.waterpathogens.org>); tecnologías de remediación (*Federal Remediation Technologies Roundtable*, disponible en <https://frtr.gov>) y legislación argentina (*Base de Normativas de Aguas y Efluentes*, disponible en <https://www.ina.gob.ar/sitionaye/basenaye>). El solo hecho de citar una base de datos en una lista de vínculos puede no ser suficiente para que quede claro su manejo y su potencial. Para entrenar a los alumnos en el empleo de cada una de las bases de datos, debían realizar búsquedas relacionadas con el desarrollo de su caso de análisis, semana a semana. Para facilitar esta tarea se diseñaron tutoriales en Power Point.

UNIDAD	ACTIVIDAD	HERRAMIENTA
Contaminantes	Discusión de casos en ríos y playas del país	Foro de Moodle
	Manejo de bases de datos de contaminantes	Tutorial en Power Point
Caracterización	Análisis de técnicas de laboratorio	Videos propios en Youtube
	Análisis de técnica de DBO	Simulador en Virtual Labs
Tratamiento	Análisis de los procesos unitarios	Videos en Youtube
	Análisis de plantas de tratamiento	Video anotados en H5P
	Cálculo de eficiencia de plantas de tratamiento	Treatment Plant Sketcher Tool
Biodegradación	Destino de contaminantes en el ambiente	Diagrama de flujo Genially
	Ensayos de biodegradabilidad	Problemas guiados Genially
	Análisis de vías de degradación	Pathway predictor
Legislación	Manejo de bases de datos de legislación	Tutorial en Power Point
Ecotoxicología	Análisis de bioensayos de toxicidad	Problemas guiados Power Point

Fig. 2: Actividades y herramientas empleadas para cada unidad del curso

Una parte relevante del curso era, en ediciones anteriores, la realización de análisis en el laboratorio. Precisamente, muchos de los alumnos realizan el curso para aprender

las técnicas y así poder implementarlas en su actividad profesional. Para ellos la parte práctica presencial resulta muy difícil de sustituir. Otros alumnos, en cambio, solamente necesitan conocer en profundidad las técnicas para evaluar su pertinencia y aplicabilidad, así como para desarrollar un criterio para poder evaluar los resultados que reciben de los laboratorios. Pero no son ellos los que deben realizarlas. Para este grupo de alumnos este conocimiento sí puede ser transmitido satisfactoriamente de modo virtual.

Ya algunos años atrás se habían desarrollado guías de trabajos prácticos multimedia, con instructivos en texto, imágenes y videos realizados por la Cátedra especialmente para el curso. Su inclusión en este curso permitía una doble función: de introducción, para los que posteriormente realizarían la parte práctica, y de formación para aquellos que solo abordaran el módulo virtual. Además, se utilizaron simuladores de laboratorio disponibles, para aquellas técnicas más complejas, como ser la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (*Virtual Labs*, disponible en <https://www.vlab.co.in>). A diferencia del video, en este simulador no solamente se ilustra cómo se realiza el análisis, sino que se deben llevar a cabo todas las tareas paso a paso minuciosamente, reproduciendo lo que se haría en una práctica real en el laboratorio.

El uso de simuladores fue también utilizado para la evaluación de la eficiencia de remoción de patógenos en plantas de tratamiento (*Treatment Plant Sketcher Tool*, disponible en <https://www.waterpathogens.org/tools/treatment-plant-sketcher-tool>) y para estimar la vía de degradación de los compuestos persistentes (*EAWAG-BBD Pathway Prediction System*, disponible en <http://eawag-bbd.ethz.ch/predict>). Al igual que con las bases de datos, se realizaron tutoriales para facilitar su empleo y los simuladores debieron ser utilizados en el caso que debían resolver a modo de evaluación.

Para el estudio de las tecnologías de tratamiento de efluentes fue útil el armado de videotecas con videos disponibles en YouTube, ofrecidos por los proveedores de equipos e instalaciones. Para analizar el diseño y funcionamiento de plantas de tratamiento en conjunto se realizaron diagramas de flujo en Power Point o Genially, con imágenes obtenidas a lo largo de los años de visitas realizadas a plantas de tratamiento existentes. De este modo se podía ver el modo de encadenar los procesos unitarios en cada caso y discutir las decisiones de diseño que llevaron a esa elección. Algunos de estos ejemplos consistieron en videos anotados utilizando la herramienta de videos de H5P. Con esta herramienta el video se detiene en situaciones que uno considera relevantes y el alumno debe responder preguntas sobre el paso en cuestión para poder seguir avanzando. Por último, para el estudio de tecnologías de tratamiento de efluente cloacales, se analizaron a través de presentaciones en Power Point y Genially las tecnologías disponibles en las distintas plantas de tratamiento existentes en el Área Urbana de Buenos Aires. En un foro de discusión en el campus virtual se discutió la situación en el área y los alumnos de otras ciudades compartieron los tratamientos que se realizaban a nivel local.

Además del estudio de caso, otras estrategias fueron utilizadas para la aplicación de los contenidos vistos. Por ejemplo, la discusión en foros o la resolución de problemas.

En la unidad de ecotoxicología los alumnos debían calcular los resultados para un estudio estandarizado de toxicidad, el efecto inhibitorio de la elongación de la raíz en *Lactuca sativa*. La actividad consistía en una introducción a la técnica, realizada a

través de un video realizado por la docente. A continuación, se mostraban los resultados obtenidos y el alumno debía calcular el resultado para ese ensayo particular.

Para el diseño de estudios de biodegradabilidad se empleó una estrategia de resolución guiada de problemas. Utilizando una presentación interactiva de Genially se explicó una situación en la que el alumno, asumiendo el rol de laboratorista, debía diseñar un ensayo de biodegradabilidad. El alumno debía ir tomando decisiones para poder avanzar en la resolución, respondiendo a las preguntas que iban surgiendo, para finalmente llegar a obtener como resultado un diseño viable para realizar el ensayo. Obtenido el resultado se lo enfrentaba a una nueva situación problema, que debía ser resuelta con pasos similares. El resultado de este nuevo desafío fue discutido en la reunión sincrónica.

Es habitual enseñar primero los contenidos y luego su aplicación. Wang Yangming, el célebre filósofo chino, sostenía que el conocimiento y la acción estaban unificados. Sin entrar en discusiones filosóficas, existe hoy consenso que en el hecho de poder aplicar los conocimientos teóricos adquiridos aumenta la posibilidad de que el alumno alcance un aprendizaje significativo. En ese sentido tanto el método del caso como la resolución de problemas brindan al alumno la posibilidad de poder transformar su conocimiento en acción, permitiendo además una instancia de retroalimentación con los docentes.

3.4. Diseño de la evaluación

Se decidió que la evaluación debería ser de tipo formativo. No habría una instancia única de evaluación sino un proceso que debería ir acompañando el aprendizaje de los alumnos a lo largo de todo el curso.

Brookhart [3] define la evaluación formativa “como un proceso que los maestros pueden usar para tomar decisiones y los alumnos para mejorar su propio desempeño, lo cual les sirve de motivación”. De acuerdo a Seriven [4] este tipo de evaluación se opone a la evaluación sumativa, más relacionada con los programas. La evaluación formativa en cambio pone el foco en los alumnos [5].

La herramienta utilizada para la evaluación fue al análisis de un caso, el cual estuvo disponible desde la primera semana del curso en una solapa del campus virtual. Cada alumno debería elegir una actividad humana como resultado de la cual se produjeran efluentes líquidos. Esta amplia lista podía incluir desde los efluentes cloacales generados por ciudades de distintos tamaños, hasta cualquier tipo de proceso industrial. Si bien, debido al número de alumnos inscriptos esperados, varios alumnos podían compartir una misma actividad generadora de efluentes líquidos, cada uno de ellos debería finalmente trabajar con un caso con características particulares. Semana a semana, en foros independientes para cada actividad elegida, los alumnos debían ir respondiendo preguntas que pretendían aplicar los contenidos vistos semanalmente a cada actividad industrial en particular. Había preguntas que podían ser respondidas previa discusión en conjunto por los integrantes de un mismo grupo y otras que debían ser pensadas por cada alumno para su situación particular. Hacía el final cada participante debía intervenir y dejar sus opiniones en los foros de otros compañeros, evaluando las soluciones que habían sido propuestas para las distintas actividades.

El trabajo final consistió en presentar un resumen del camino recorrido, indicando los problemas que representaba el efluente elegido para el ambiente y la salud, su

caracterización, la legislación aplicable y la alternativa propuesta para su tratamiento. El método del caso fue aplicado exitosamente en la cátedra también para las materias de grado [6], por lo que los docentes están familiarizados con el rol central que deben desempeñar en las tutorías, que en este caso se realizaron a través de los foros en el campus, en las que debe mantenerse un delicado equilibrio para brindarle al alumno una guía, pero sin ofrecerle directamente las respuestas.

4. Resultados

El número de inscriptos en el curso fue de 43 personas, lo que casi triplicó la matrícula habitual de otros años. Un 25% de los participantes eran del interior. La formación de grado de los cursantes incluía carreras como Bioquímica, Farmacia, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Química, Agronomía, Veterinaria, Microbiología, Licenciatura en Química, Licenciatura en Biología y Licenciatura en Biotecnología.

Por tratarse de un curso asincrónico, en el que el contacto y la interacción entre los alumnos se ve reducido, se realizaron especialmente actividades para la presentación de los participantes. Una primera presentación tuvo lugar de modo virtual: Los alumnos subieron su foto a un pizarrón en Padlet y se presentaron más extensamente en un foro en el campus virtual. También en la primera clase sincrónica se dedicó algún tiempo para que el grupo se presente. Utilizando Wooclap, pudo ponerse de manifiesto el lugar de residencia, la formación y los conocimientos previos sobre microbiología y química analítica de los concurrentes.

Aproximadamente la mitad de los alumnos se desempeñaban en áreas afines a la temática del curso, por lo que durante el desarrollo pudieron hacer aportes en algunas unidades a partir de su propia experiencia. Los demás incursionaban por primera vez en el tema.

Solamente 26 alumnos terminaron el curso, de ellos 21, aproximadamente el 50% de los inicialmente inscriptos, presentaron el trabajo final. Por más que el número de horas de dedicación que exigía se anticipaba en la descripción del curso en la página web de la Facultad, la mayor parte de los alumnos que abandonaron el curso lo hicieron por la imposibilidad de cumplir con las actividades.

En una encuesta realizada al final del curso los participantes calificaron en todos los casos las guías de estudio y las actividades realizadas como excelentes o muy buenas.

5. Conclusiones y perspectivas

Es el momento de poner de relieve la importancia de los resultados obtenidos y la contribución al conocimiento del trabajo presentado.

La transformación del curso a una modalidad virtual no fue motivada por la pandemia, sino una decisión programada previamente, que incluía además una instancia presencial optativa. Finalmente, en un año tan particular como el 2020, la virtual fue la única instancia posible. La elaboración de las actividades y la redacción de los materiales implicó muchas reuniones y horas de trabajo. Diseñar un curso virtual implica mucho más que generar un reservorio de bibliografía y videos de clases para

que el alumno las consulte [7]. Debe construirse un modo de interacción virtual, que necesariamente es distinta a la presencial, pero que también puede ser muy efectiva. Para ello hay que conocer las herramientas. En realidad, cualquier empleo de nuevas tecnologías en la educación será más eficiente si el docente está familiarizado con ellas [8]. En ese sentido los docentes del curso contaban con una importante formación de base. La Facultad de Farmacia y Bioquímica cuenta con un Campus Virtual desde hace más de una década, y se han ofrecido regularmente cursos de perfeccionamiento a los docentes para el manejo espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje. Además, la Universidad de Buenos Aires, a través del Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (CITEP) ofrece un Programa Virtual de Formación Docente para las distintas unidades académicas.

Los resultados obtenidos fueron buenos. En una encuesta realizada al final del curso los participantes evaluaron positivamente los contenidos y las actividades del curso, así como la instancia de evaluación. Particularmente los trabajos presentados a modo de evaluación permitieron constatar el grado de apropiación de los contenidos alcanzado por los alumnos para su aplicación a una situación del mundo real.

El presente trabajo pretende compartir cómo se realizó una transformación ordenada de una instancia presencial a un curso virtual, que esperamos pueda ser aplicada a otras situaciones.

6. Referencias

- [1] A. Gallego, V. Gemini, S.L. Rossi, M.S. Fortunato, A.J. González, S.E. Korol, «Utilización de Modelos Híbridos en la Formación Ambiental de Posgrado,». *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. vol. 6, p 38-42, dic 2012.
- [2] M. González Zamar, E. Abad Segura, «El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. Virtualidad,» *Educación y Ciencia*, vol.20, nº 11, p 75-91, dic 2020.
- [3] S.M. Brookhart, «Editorial,» *Educational Measurement: Issues and Practice*, vol. 28, nº 1, p 1-2, Feb 2009.
- [4] Seriven M., «The methodology or evaluation,». *Perspectives of curriculum evaluation*. R.W. Tuler, R. M. Gagne & M. Seriven (Eds); Chicago (USA) Rand McNally, 1967.
- [5] B.S Bloom, «Learning for Mastery,». *Evaluation Comments (UCLA_CSIEP)*, vol. 1, nº 2, p.1-12, May 1968.
- [6] A. Gallego, M.S. Fortunato, S.L. Rossi, S.E. Korol, J.A. Moreton, «Case Method in the Teaching of Food Safety,». *Journal of Food Science Education*, vol. 12, nº 3, p. 42-47, jul. 2013.
- [7] S. Waltemeyer, J. Cranmore, «Closing the Distance in Distance Learning,» *Handbook of Research on Creating Meaningful Experiences in Online Courses*, Blankson, L. K., Ntuli, E., Blankson, J. Eds. Pennsylvania (USA): IGI Global, 2019.

- [8] J. Salinas, (2004) «Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria,». Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), vol. 1, nº 1, nov. 2004.

Taller de Enseñanza de la Física en contexto de ASPO

Pesco, Pablo¹, Villate, Guillermo², Cabrera, Sebastián¹ y Triviño, Laura^{2,3}

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (Argentina)

² Cátedra Física General, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (Argentina).

³ CONICET (Argentina)

pablo.pesco@fisica.unlp.edu.ar; lauratrivinio@fcnym.unlp.edu.ar

Resumen. Durante el primer año de Aislamiento Social y Preventivo Obligatorio, la cátedra de Física General, Modalidad Taller, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, correspondiente a la Universidad Nacional de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina, se vio obligada a cambiar su formato habitual del dictado de las clases, al igual que en el resto del sistema educativo. La materia se dicta dos veces a la semana, con una carga horaria de 6 hs reloj para los estudiantes. A su vez, posee un espacio de reflexión docente semanal en la cual se elaboran estrategias pedagógicas novedosas en el ámbito universitario. Las clases transcurren en una modalidad teórico-práctica donde los estudiantes realizan trabajos grupales siendo guiados por los docentes. Esta cátedra todos los años se ve modificada en su propuesta pedagógica debido a la reflexión en el espacio de reunión docente y al rol de los estudiantes en la construcción de las clases, tan relevante como el de los docentes. El Aislamiento Social y Preventivo Obligatorio (ASPO) llevó a tener que repensar casi la totalidad de actividades de la propuesta educativa. En este contexto el grupo docente generó diversas estrategias para sostener la continuidad pedagógica. Utilizando herramientas como Aulasweb, de la Universidad de La Plata, aplicaciones como Team y Whatsapp, se logró tener un acercamiento semejante al de las clases presenciales con los estudiantes, desarrollar nuevas herramientas pedagógicas novedosas y también obtener una gran participación estudiantil y un alto número de aprobados de la cursada.

Palabras clave: Educación. Universidad. Pedagogía. Horizontalidad. Comunidad.

1. Introducción

Física General es una materia obligatoria para 6 de las 7 carreras de grado que se dictan en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Dicha materia presenta dos modalidades de dictado diferentes, una llamada “convencional”, donde las clases se llevan a cabo con un

estilo pedagógico tradicional, y otra llamada “Taller de Enseñanza de la Física” (TEF), que es del cual vamos a hablar en el presente artículo. Esta modalidad cuenta con más de 30 años de historia, es co-gestionada por el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y la FCNyM, ambas facultades pertenecen a la UNLP. El plantel docente está constituido por un grupo interdisciplinario habiendo entre ellos actualmente físicos, profesores de matemática, astrónomos, biólogos y geólogos. El plantel docente está conformado por 22 docentes que se subdividen en 3 comisiones. Cada comisión presenta números equitativos de representantes de cada carrera como de cargo desempeñado (Ayudante Alummo, Ayudante Diplomado, Jefe de Trabajo Práctico, Profesores (adjunto y titular)). Al inicio del ciclo lectivo, se contabilizan usualmente alrededor de 200 estudiantes, llegando a presentarse a la primera fecha del primer parcial alrededor de 120. La materia posee contenidos de Física clásica como: Cinemática, Dinámica, Trabajo y Energía, Fluidostática, Fluidodinámica, Termodinámica y Ondas.

El TEF además funciona como un espacio de formación, creación y proyección docente [1]. Históricamente en la cátedra se lleva a cabo una reunión semanal de planificación de la materia, de carácter participativo, en la cual se reflexiona respecto a la práctica laboral. La misma también permite acompañar la introducción y desarrollo de contenidos y actividades en las tres comisiones, de modo tal que pueda llevarse un desenvolvimiento sincrónico entre estas. En estas reuniones se definen los contenidos y sus alcances, se debate también sobre el desenvolvimiento de los grupos de estudiantes. Es un espacio donde presentar las dificultades educativas, y buscar estrategias para abordarlas. Una característica que surge de estas prácticas es una mirada pedagógica compartida y un conjunto de acuerdos docentes, base sobre la cual se establecen pautas que hacen posible el labor en el aula y otorga nuevas libertades [2].

En este sentido el TEF a lo largo de los años ha ido conformando un espacio de formación docente basado en la práctica cotidiana de aula, con posterior formulación y confrontación de los fundamentos pedagógicos. Debido al variado perfil docente, es un espacio de mucha estimulación en el campo de las ideas, lo que constituye parte de la riqueza de recursos de la cátedra. Una característica distintiva de esta reunión de planificación es que se invita a la participación de los estudiantes a fin que también tomen parte en los diseños de estrategias a implementar en las clases. Estos encuentros semanales permiten que todo el cuerpo docente pueda conocer el estadio de desenvolvimiento de las tres comisiones, lo que posibilita definir los próximos contenidos a abordar y diseñar las instancias de autoevaluación y de evaluación.

En la cátedra, además de considerar contenidos conceptuales y metodológicos, se tienen en cuenta contenidos actitudinales [3]. En el aula, el TEF utiliza el recurso didáctico de la metodología del trabajo grupal. Desde el primer día de clase los estudiantes conforman grupos de estudio, con los cuales transitan el curso lectivo. Los grupos se constituyen aleatoriamente con un tamaño de hasta seis integrantes. Al ser de orientaciones distintas, favorece la diversidad de miradas de sus integrantes, lo que estimula la interacción entre ellos. Una tarea inicial de importancia es la conformación de la identidad del grupo, para lo cual deben hacer una primera producción de presentaciones de sus integrantes y definir la identidad del grupo. Esta primera producción es de carácter lúdico y pretende generar entre ellos vínculos de confianza a fin de estimular los diálogos. A su vez se genera un ámbito propicio para

argumentaciones y debates, con tomas de decisión para lograr una producción consensuada. Las distintas actividades de contenidos, contemplan que sea necesario interactuar grupalmente a fin de avanzar con los distintos ítems de las actividades. Es en estas instancias en donde se ponen en juego los aspectos actitudinales que deben adquirirse y poner en ejecución. Es decir que se espera que los estudiantes puedan organizarse para distribuir tareas, dialogar y consensuar planteos, debatir enfoques, argumentar y contra argumentar sus decisiones. Estas instancias son formativas ya que les serán necesarias cuando inicien la actividad profesional. A su vez se han incorporado un gran número de experiencias vivenciales con el fin de que la experiencia educativa pueda ser más significativa (Fig. 1).



Fig. 1: Actividad vivencial sobre el concepto de ondas realizada en el anfiteatro de la Facultad de Naturales de la UNLP con estudiantes y docentes del TEF.

El rol de los docentes es abordar la materia tanto desde los contenidos teóricos, como desde los debates de los problemas tipo, a fin de poner de manifiesto cuáles serán los nuevos contenidos a trabajar. Los docentes, separados en las respectivas comisiones, se nuclean en parejas de referentes, que tienen a cargo entre 3 y 4 grupos de estudiantes. Estas parejas están conformadas por un docente de Ciencias Exactas y otro de Ciencias Naturales, siendo un docente masculino y otro femenino, con diferentes cargos, para ser lo más heterogéneos posibles. La interacción con los estudiantes se realiza en las mesadas, propiciando el diálogo, identificando dificultades y promoviendo debates. Luego de los trabajos en los grupos, se estimula el trabajo a nivel áulico en el cual se exponen las producciones realizadas, lo que recibe el nombre de levantada (se exponen la resolución de los ejercicios por parte de los estudiantes). También se realizan teóricos dialogados, donde además de intervenir los docentes, se requiere que los estudiantes interactúen también, trayendo las ideas previas que tienen sobre los contenidos a formalizar.

Uno de los objetivos del curso es que los estudiantes se apropien de las metodologías de autoevaluación. Para lograr esto se trabaja explicitando cuáles son los requerimientos de conocimientos operativos y teóricos que deben adquirir y afianzar. Se parte de que reconozcan los conocimientos previos que tienen y además se los pone en conflicto a fin de que identifiquen las limitaciones que presentan y avancen en la necesidad de incorporar los nuevos contenidos que necesitan para dar

una respuesta satisfactoria a las actividades. Otra instancia son los Boxes, un espacio paralelo a la clase de 15 a 20 minutos para trabajar una dificultad específica que presente el grupo. Entendemos que esta instancia de diálogo dentro del propio grupo, como así también definir cuál es la dificultad les permite localizar y tomar conciencia de aquellos aspectos que aún no logran incorporar y manejar con destreza. Otras herramientas de autoevaluación utilizadas son lo que llamamos “niveles” y “simulacros de coloquio”. Los niveles de apropiación les indican a los estudiantes como se encuentran frente a los contenidos metodológicos mediante una escala arbitraria que les señala si están en condiciones de acreditar el examen. A su vez, el simulacro de coloquio les permite identificar cual es el nivel de apropiación logrado hasta el momento. Otra herramienta que se utiliza es el “semáforo”, basado en los colores del semáforo tradicional, rojo, amarillo y verde, se especifican la importancia de los contenidos que deben incorporar para acreditar la materia.

Desde el año 2010, se implementó una forma de evaluación novedosa, para poder incluir en esta instancia a todos los estudiantes. Este método de evaluación es el “Coloquio”, método donde los estudiantes se llevan a su casa un enunciado, lo resuelven con sus pares, y a la semana siguiente, el día de la acreditación, lo presentan y defienden. Su exposición es frente a una pareja de referentes docentes, y rinden en pareja, ya habiéndose elegido previamente, cuando reciben el enunciado. En el momento del coloquio, el enunciado y su resolución se utilizan como insumos para una defensa oral, donde responderán sobre distintos conceptos teóricos y prácticos dados en la materia. La calificación no es numérica, y para poder acceder al aprobado, los estudiantes deben manipular satisfactoriamente los conceptos ubicados en el color rojo del semáforo. A su vez existe una instancia de examen final para acreditar la materia. Por otro lado también se han realizado experiencias de evaluación alternativa proponiendo a un grupo de estudiantes realizar un trabajo de investigación en el cual aplican los conocimientos de la materia [4,5]

El abanico de experiencias realizadas en el aula es muy amplio y ha dado lugar al desarrollo de diversos artículos de investigación sobre pedagogía en el contexto universitario [6,7]. El espacio del aula era un espacio de performance y creación, donde la comunicación no solo pasaba por lo verbal sino también por lo postural y expresividad, aspectos de gran riqueza que en su gran parte se perdieron en el actual contexto educativo.

El contexto del Aislamiento Social y Preventivo Obligatorio (ASPO) resultó un desafío para este taller, por lo cual debimos desarrollar nuevas herramientas y enfoques pedagógicos con el fin de sostener el espacio educativo con sus características. A su vez se sostuvo una mirada en la cual la crisis representa también una oportunidad para repensar la práctica docente y adecuarla a los nuevos requerimientos sociales. A continuación desglosamos detalladamente como fue llevada a cabo la cursada 2020 mediatizada por la virtualidad.

2. Contenido

El contexto de ASPO nos llevó a la necesidad de repensar la implementación educativa, un cambio repentino en el que todo el sistema educativo tuvo que

reinventarse [8,9]. En este difícil contexto entendimos que el sostenimiento del trabajo docente era fundamental para generar una red de contención social que pueda ayudar al estudiantado a continuar con su formación educativa y científica. En la primera etapa del aislamiento en el Taller de Enseñanza de la Física, tuvimos varias reuniones en las cuales pudimos desarrollar estrategias educativas y un esquema de trabajo. Durante el ciclo lectivo se desarrolló nuevo material educativo, evaluando permanentemente la labor docente en el aula virtual.

Las reuniones docentes semanales se mantuvieron a través del entorno Teams. Se conformaron grupos para resolver cuestiones específicas como: Cronograma, planificación de las clases, armado de nuevas guías prácticas, administración de la página web en el entorno virtual de la UNLP (Aulas Web) y armado de las evaluaciones (figura 2). Además de estas plataformas, se recurrió a la utilización de e-mails y Whatsapp para la comunicación.



Figura 2: Entorno Web de la cátedra alojada en la página oficial de la UNLP. Fue utilizado como el entorno oficial de la materia.

Para el desarrollo de las clases se realizaron guías de trabajos prácticos que pudieran ser resueltas, sincrónicamente o asincrónicamente, por los estudiantes de manera grupal y cargar las producciones generadas en el entorno virtual. Las guías de problemas apuntaron a la reflexión sobre los contenidos de la materia, el trabajo en grupo, la discusión como forma de llegar a conocimientos compartidos y la apropiación del conocimiento, entendiendo, desde un punto de vista constructivista, que el conocimiento es más profundo y significativo cuando es co-creado en conjunto con los estudiantes. En este contexto de virtualidad se anexó una actividad de experiencia para realizar en cada hogar. El material teórico se generó en textos con formato PDF, videos explicativos y experimentales. Se decidió utilizar preferencialmente el lenguaje inclusivo para el material desarrollado y la comunicación.

La totalidad de estudiantes inscriptos en la materia se dividieron en tres comisiones, cada una compuesta por un número de alrededor de 7 docentes y 60 estudiantes. Los docentes en cada comisión formaron parejas de referentes, las cuales estuvieron a cargo de entre 3 y 4 grupos, conformados cada uno por 3-6 estudiantes. En base a los materiales generados durante las reuniones de planificación, se les

otorgó facilidad a los docentes para la organización de su comunicación con los estudiantes, las cuales fueron mediante videoconferencia (llamada clases sincrónicas), mails, Whatsapp, como también la generación de recursos audiovisuales subidos a la plataforma Youtube (recursos asincrónicos).

Las clases sincrónicas se realizaron una y dos veces por semana, con el fin de evaluar el trabajo de los grupos y guiarlos en el desarrollo de las guías. En algunos casos, las videoconferencias incluyeron a la totalidad de los grupos que estaban a cargo de cada par de referentes, y en otros solo se realizaban la videollamada con un solo grupo a la vez, para trabajar detenidamente en las problemáticas que presentaban. En algunas oportunidades se llevaron a cabo clases virtuales a nivel de comisión, como por ejemplo para el cierre de alguna unidad temática.

La evaluación en el TEF es algo permanente, aunque existen dos instancias formales, una de ellas es la entrega de los trabajos prácticos (Tps) semanales y la otra es el examen parcial calificadorio. La entrega de los Tps se realizó mediante un cronograma determinado, y fueron subidos digitalmente por cada grupo en la plataforma de AulasWeb, para luego ser corregidos por su pareja de referentes. La evaluación de acreditación estuvo conformada por dos parciales, cada uno con tres instancias plausibles de presentación a rendir. Los estudiantes de cada comisión se separaron en parejas una semana previa al parcial y se inscribieron en la página web. Una vez realizado esto, se les entregó el parcial para resolverlo en forma domiciliaria con un tiempo de entre 3 y 5 días hasta la fecha del coloquio. Debieron subirlo a la plataforma digital en un determinado tiempo propuesto por el plantel docente. Las producciones fueron analizadas por la pareja evaluadora, y luego en un horario al que se los citó, lo defendieron en una videoconferencia sincrónica para alcanzar la aprobación del parcial.

Durante el transcurso del ciclo lectivo se realizaron clases con otras estructuras y objetivos. Algunas de ellas se realizaron exclusivamente a nivel de comisiones y otras a nivel cátedra. La primera de ellas es la clase 0, donde cada grupo escogió un nombre para identificarse. A su vez fue el momento de presentación de los estudiantes y de los docentes. Otras clases especiales a nivel comisión fueron las clases que se realizaron por cada cierre temático. A nivel cátedra se realizaron dos clases generales una de ellas fue para recibir a los estudiantes y la otra para el cierre final de la materia. En esta última clase (Figura 3) se realizó el balance, en el cual los estudiantes participaron con su impresión respecto de la materia y también con propuestas para el mejoramiento de la cátedra.

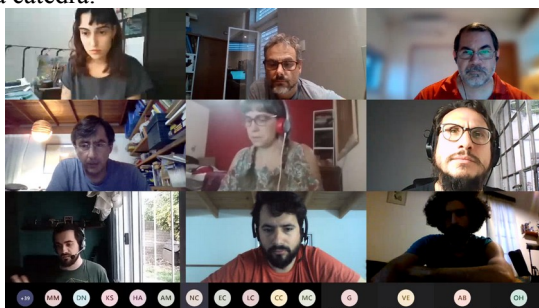


Figura 3: Clase especial de cierre de año, donde en conjunto docentes y estudiantes realizaron el balance del año.

3. Los resultados

Las herramientas desarrolladas y utilizadas por el TEF durante el contexto de ASPO, fueron aprovechadas tanto para los estudiantes con y sin conectividad. En el diálogo, la discusión y el trabajo se constituyó un vínculo estudiante-docente que permitió la incorporación del conocimiento como desarrollo conjunto, logrando una participación activa de los estudiantes y así llegar al objetivo de la incorporación del conocimiento.

En cuanto a las problemáticas se observó una disminución en el número de estudiantes que mantuvieron la cursada, como también una disminución en la participación de los mismos luego del receso invernal. Se observó que un 20% de los estudiantes inscriptos no comenzaron nunca la cursada (de 200 inscriptos, comenzaron 159). De estos 159 estudiantes el primer parcial lo rindieron 141, habiendo abandonado 18 estudiantes en esta etapa. Este parcial lo aprobaron entre las tres fechas 228 estudiantes, rindiendo el último parcial 113 estudiantes, dando un total de 15 estudiantes que abandonaron luego del receso invernal. La cursada final la aprobaron 112 estudiantes.

Sobre el final de la materia se realizó una clase por videoconferencia convocando a la totalidad de la cátedra. En la misma se realizó la construcción de un mapa de las palabras mediante la aplicación Mentimeter (Figura 4).



Figura 4: Collage o sopa de palabras brindadas por los estudiantes y el plantel docente. En la misma cada persona podía sugerir una palabra que representara su experiencia durante la cursada. Las palabras con mayor tamaño de fuente representan las palabras más frecuentes.

Las palabras más frecuentes se encuentran con un tamaño mayor respecto a las menos nombradas. Dentro de ella se ven caracteres positivos como negativos, lo que se toman como insumos para los años venideros de esta materia y en su modo de ejecutarla.

En este mismo balance se visibilizó que para llevar a cabo el formato de trabajo de la materia se encontraron dificultades técnicas y sociales en el acceso a internet e insumos electrónicos. Otro inconveniente fue durante clases sincrónicas, donde la interacción entre docentes y estudiantes se vió debilitada debido a la poca

participación de algunos estudiantes en la clase. Por otro lado, en el caso de los estudiantes que mantenían las cámaras apagadas, se disminuyó la participación y el compromiso con la materia. Estimamos que existe una correlación entre la participación en las clases y el rendimiento en las instancias formales de evaluación y la deserción. Ante los estudiantes con problemas de conectividad se facilitó la evaluación asincrónica. En este caso los estudiantes realizan un trabajo escrito a partir de un enunciado, lo enviaron a una pareja docente evaluadora, los cuales realizaban las correcciones y lo devolvieron para que el estudiante lo corrigiera en un determinado tiempo para así lograr la aprobación.

4. Conclusiones y perspectivas

Durante el Aislamiento Social Preventivo Obligatorio la materia se adecuó al formato virtual. Se desarrollaron nuevas herramientas que permitieron la implementación de clases virtuales intentando conservar muchas de las prácticas y objetivos originales. La continuidad del espacio de reflexión docente ha sido imprescindible para generar las estrategias pedagógicas que se llevan a cabo. En el diálogo constante, la discusión y el trabajo conjunto, se constituyó un vínculo entre el grupo de estudiantes y el plantel docente que posibilitó la incorporación del conocimiento como desarrollo conjunto. Esto se refleja en el nivel de las producciones.

A partir de la práctica docente en el contexto virtual se evidenció la necesidad de generar una estructura estable en el desarrollo de la clase, como un primer paso para asegurar la continuidad pedagógica, teniendo una mayor flexibilidad y libertad para aplicar nuevas estrategias educativas.

Se ha desarrollado una estructura de trabajo que sostuvo un número de estudiantes participando mucho mayor que en otras materias. Se mantuvo el trabajo grupal, la evaluación continua y la producción de la resolución de guías a lo largo del año lectivo. Podemos afirmar que durante la cursada 2020, y con continuidad en la 2021, hemos desarrollado herramientas novedosas que pueden ser replicadas por otras cátedras y también incorporadas en la presencialidad.

5. Referencias

[1] Cordero, S. (2013). Formación de docentes universitarios para la investigación y el cambio. In *I Workshop de Enseñanza de la Física en Argentina (WEF@)(Tandil, 16 y 17 de mayo de 2013)*.

[2] Petrucci, D. (2009). El Taller de Enseñanza de Física de la UNLP como innovación: diseño, desarrollo y evaluación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 22.

[3] Petrucci, D., & Cappannini, O. (2016). Organización de un curso universitario y conceptos didácticos: herramientas docentes generadas en el taller de enseñanza de física. En *I Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública. Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación (La Plata, 2016)*.

[4] Moreno, J. C., Villate, G., Segovia, R., & Cappannini, O. (2016). Innovaciones en evaluación en el taller de enseñanza de física. In *I Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública. Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación (La Plata, 2016)*

[5] Cardozo, M. S., Mercado Foos, M., Talone, M., Gomez, N., Dobarro, M., Aparicio, M., ... & Villate, G. (2017). Aplicación de las Herramientas de Física General (TEF) sobre el Vulcanismo (Actividad del Complejo Puyehue-Cordón Caulle). In *I Jornadas sobre Enseñanza y Aprendizaje en el Nivel Superior en Ciencias Exactas y Naturales (La Plata, 29 y 30 de agosto de 2017)*.

[6] Cordero, S. (2013). ¿Cómo se forman los docentes universitarios? Un estudio desde la perspectiva de las comunidades de práctica en clases innovadoras de Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 831-834.

[7] Cordero, S., & Dumrauf, A. G. (2012). Repertorio compartido y cosificación en una Comunidad de Prácticas universitaria de enseñanza de física. In *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 26, 27 y 28 de septiembre de 2012 La Plata, Argentina*. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales.

[8] Araujo, S. M. (2020). El desarrollo del curriculum universitario en tiempos de COVID19: oportunidad y contrariedad. *Trayectorias Universitarias*, 6.

[9] Martin, M. V., Kap, M., & Génova, E. M. (2020). Entre el distanciamiento y la conectividad. *Revista Argentina de Estudios de Juventud*.

La pandemia como oportunidad y como experiencia de formación universitaria

Melisa Laura Montalto¹, Ana Virginia Osella¹, Mariela Valentín¹, Carina Gerlero¹

¹Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas
mmontalto@fbioyf.unr.edu.ar

Resumen. El presente trabajo comunica la experiencia de los Seminarios Introdutorios a la Problemática Bioquímica y Farmacéutica, espacios curriculares de 1° año de las carreras de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, UNR. Esta propuesta de formación pone en contacto al estudiante con su futuro campo profesional y rol social. Ante el nuevo escenario generado por la pandemia de COVID-19 nos planteamos, ¿qué tipo de actividades habría que privilegiar? ¿enseñar el programa ya establecido o adaptar los contenidos a lo que está sucediendo? Es así que decidimos tomar la pandemia como una oportunidad y repensar nuestras prácticas docentes definiendo esta problemática de salud como eje transversal y articulador de las unidades del seminario. Los contenidos fueron utilizados como herramienta para realizar una lectura integral de esta problemática de salud y analizar crítica y reflexivamente el rol de farmacéuticos y bioquímicos como parte del sistema sanitario.

Palabras clave: Pandemia. Educación. Formación universitaria.

1. Introducción

El presente trabajo comunica la experiencia de formación de los Seminarios Introdutorios a la Problemática Bioquímica y Farmacéutica, espacios curriculares de 1° año de las carreras de Bioquímica y Farmacia de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Rosario. Estos espacios curriculares, radicados en el Área Académica de Integración Disciplinar y Estudio de la Problemática Profesional (IDEPP), tienen como propósitos: familiarizar a los estudiantes desde el inicio de la formación con el campo profesional específico, favorecer un temprano reconocimiento de temas y problemáticas inherentes a estos campos e integrar los conocimientos que van adquiriendo con la práctica profesional futura. La propuesta formativa procura implicar al estudiante, en tanto futuro profesional en proceso de formación, en una práctica ética y socialmente responsable desde un posicionamiento crítico que profundice el rol social y los valores éticos que estas profesiones requieren.

Por otro lado, el autor Joan Mateo Andrés [1] plantea que el conocimiento en el siglo XXI crece a un ritmo vertiginoso, de manera fragmentada y rápidamente se vuelve obsoleto y que, según como lo incorporemos a nuestras experiencias, puede hacerlo absolutamente inútil para luchar contra la creciente complejidad de la realidad social. Esto indica que los grandes retos de la educación consisten en: enseñar lo necesario para poder comprender las realidades sobre las cuales hemos de actuar y

desarrollar nuestra capacidad para intervenir de manera eficiente; y formar profesionales reflexivos para una sociedad que no conocemos qué necesidades va a tener.

2. Repensando nuestra práctica

La múltiples dimensiones involucradas en la formación (sociales, culturales, políticas, históricas, grupales, institucionales) hacen de ella un campo sumamente complejo que requiere ser abordado en la interrelación de sus múltiples componentes (contenidos, propósitos y procesos de la formación, los sujetos en formación, mecanismos que la hacen posible) y en conexión con las diversas dimensiones que la misma involucra [2].

Nuestro objetivo como docentes es que los estudiantes sean capaces de utilizar competentemente el conocimiento, es decir, que puedan aplicarlo a realidades de complejidad creciente. Es por ello que creemos que nuestras planificaciones didácticas deben relacionarse con el tipo de conocimiento y habilidades que tienen verdadera relevancia en el mundo real. Para instrumentar las propuestas de enseñanza y formación de los Seminarios construimos un dispositivo de formación entendido como un conjunto interrelacionado de mecanismos, condiciones, espacios, tiempos, recursos y personas que se diseñan, construyen y se ponen en funcionamiento con la intencionalidad de favorecer el desarrollo personal actuando como mediador de la formación y provocador del cambio. Un dispositivo de formación “es, a la vez, un revelador de significados, un analizador, un organizador técnico, y un provocador de transformaciones, previstas o no” [3,4,5,6]. Los dispositivos de formación se construyen sobre tres premisas: 1) es posible a través ellos provocar en otros aptitudes y disposiciones, generar transformaciones previstas o no en varios sentidos (de relaciones interpersonales y aprendizajes sociales, de relaciones nuevas con el conocimiento, de pensamientos, reflexiones), 2) actúan desarticulando lo aparentemente uniforme, despliegan significados posibles y 3) organizan condiciones para su funcionamiento: arreglos de espacios y de tiempos, de personas, acuerdos teóricos y técnicos, encuadres y de otros componentes que se combinan para garantizar la formación [5,7].

Desde hace varios años utilizamos como dispositivo de formación un Trabajo de Campo (TC), donde cada grupo de estudiantes investiga y analiza una problemática social de incidencia regional como eje transversal a los contenidos dados en la asignatura y en la cual el bioquímico y el farmacéutico pudiesen intervenir como profesionales, ya sea en el abordaje o estudio de esa problemática y/o en su resolución.

El TC se basa en el estudio de un caso, una problemática, que nos permite evaluar saberes en acción. Para Stake los estudios de casos presentan descripciones complejas, holísticas y que implican gran variedad de variables interactivas. Los datos se obtienen mediante la observación personal y la redacción es informal, narrativa, empleando a menudo citas, ilustraciones, alusiones y metáforas. El enfoque de Stake se centra en la percepción y en el conocimiento como proceso de negociación [9].

Las problemáticas que habitualmente se elegían para trabajar antes de la pandemia en la carrera de Bioquímica eran: Chagas, Dengue, Síndrome Urémico Hemolítico, Cannabis medicinal, Diabetes, entre otras. En cambio, en la carrera de Farmacia cada equipo de estudiantes elegía entre las siguientes problemáticas: Automedicación, Descarte adecuado de medicamentos vencidos, El rol del Estado en la atención de la salud en enfermedades desatendidas, Publicidad de medicamentos, Resistencia microbiana por el uso incorrecto de antibióticos, Promoción de la salud desde la creación de entornos públicos saludables en la ciudad de Rosario, Uso medicinal de Cannabis, Farmacia comunitaria como centro asistencial de salud: ¿medicamentos dentro o fuera de la farmacia?

Respecto a la metodología del TC, es elaborado en forma grupal, con una instancia escrita y una defensa oral. El formato grupal resulta interesante a la hora de pensar en los aprendizajes que suponen trabajar en equipo: saber escuchar, intercambiar ideas, pensar juntos, consensuar, construir conocimiento en grupo, y porque cuando ejerzan profesionalmente van a trabajar con otros. Este tipo de construcción del conocimiento va de la mano con el concepto de formación que, desde una perspectiva sociológica [2] propone que los otros sujetos son parte de los recursos mediadores del propio recorrido formativo del estudiante, como lo son los profesores, los contenidos, los recursos digitales, los accidentes de la vida, entre otros.

Este dispositivo incluye un relevamiento en terreno en el que los estudiantes deciden, confeccionan y ponen en práctica diferentes instrumentos de recolección de datos para realizar un relevamiento de los parámetros de análisis oportunos a cada problemática: encuestas, entrevistas a profesionales o instituciones involucradas, análisis o confección de datos estadísticos o epidemiológicos, observaciones, revisión bibliográfica, entre otros.

Respecto a la entrega final del TC, fue pensada en dos etapas: una instancia escrita y una instancia oral. Por un lado, fortalecer la expresión escrita y la expresión oral durante la formación universitaria contribuye a que en el ejercicio profesional los Bioquímicos y los Farmacéuticos puedan establecer la relación profesional-paciente necesaria que estas profesiones requieren y demandan. Además, la instancia oral nos permite evaluar la apropiación de los aprendizajes, el nivel reflexivo de cada estudiante y el grado de involucramiento con el trabajo grupal.

Reflexionando sobre el dispositivo detectamos factores negativos en él. La dificultad que detectamos en algunos estudiantes a la hora de elaborar el TC era encontrar la relación entre la problemática en salud elegida con cada uno de los contenidos de las unidades, por lo que debíamos trabajar para mejorarlo.

La pandemia de COVID-19 generó un nuevo escenario que nos hizo plantearnos, como lo hace Inés Dussel [10], ¿qué tipo de actividades habría que privilegiar? ¿enseñar el programa ya establecido o adaptar los contenidos a lo que está sucediendo? Es así que decidimos tomar la pandemia como una oportunidad y repensar nuestras prácticas docentes definiendo esta problemática de salud como eje transversal y articulador de las unidades de los Seminarios: 1. Bioseguridad, 2. Universidad Pública y Compromiso Social, 3. Salud y Salud Pública, 4. Incumbencias profesionales y 5. Introducción a la Bioética.

Además dado el contexto sociosanitario que estábamos atravesando en el año 2020, era difícil desarrollar la indagación en terreno que planteaba el TC, esto nos llevó a repensar este dispositivo transformándolo en un Trabajo Integrador Final (TIF).

El TIF es elaborado en forma grupal, con una instancia de entrega escrita y una defensa oral por videoconferencia en Google Meet. La mayoría de las actividades en cada una de las unidades temáticas del Seminario durante el cursado virtual fueron diseñadas y propuestas como insumo para la elaboración del TIF, esto último representó una mejora respecto al TC en relación a la articulación teoría-práctica.

La problemática de trabajo elegida como eje transversal a todos los contenidos del Seminario, fue la COVID-19 en consonancia con nuestro deseo de tomar a la pandemia como oportunidad. Cada unidad temática, la planificación de las clases y las actividades propuestas a los estudiantes fueron pensadas como herramienta para realizar una lectura integral de esta problemática de salud y analizar de manera crítica y reflexiva el rol de los bioquímicos y farmacéuticos como parte del sistema sanitario en este contexto inédito. Los estudiantes realizaron actividades en cada unidad que los invitaban a relacionar/aplicar los contenidos con esa problemática. El hecho de ir resolviendo actividades en cada unidad, que sirvieron de insumo para la redacción final, fue muy positivo porque en cada una de ellas se fueron ejercitando las operaciones de pensamiento necesarias para esta tarea integradora final: comprender, analizar, aplicar, interpretar y reflexionar.

Para comenzar, en la Unidad 1 los estudiantes identificaron como dimensiones de la problemática del SARS-CoV-2 a: la vulnerabilidad frente al virus; la evaluación, gestión y comunicación de los riesgos; la planificación de protocolos de seguridad; los actores sociales involucrados. Esto permitió presentar a la bioseguridad como una de las cuestiones más acuciantes con la que se enfrentan los países y se pensó en la importancia de una capacidad adecuada en materia de bioseguridad para resguardar la salud global.

En la Unidad 2 se analizaron las acciones implementadas por algunas Universidades pensando: ¿Para qué/quienes “sirve” la Universidad? ¿Qué se “hace” en la Universidad? Estos interrogantes permitieron reconocer las funciones de la Universidad Pública, su compromiso social y sus rasgos reformistas a partir de acciones para el abordaje y la resolución de esta problemática.

En la Unidad 3 invitamos a los estudiantes a analizar los determinantes de la salud que atraviesan a la problemática presentada, los aspectos más relevantes desde el punto de vista epidemiológico y la actuación del Sistema de Salud Argentino.

A continuación desarrollamos la Unidad 4, analizando el rol de bioquímicos y farmacéuticos como parte del equipo de salud. Como cierre desarrollamos entrevistas en vivo con profesionales que relatan cómo los interpela la pandemia en su trabajo.

Finalizamos con la Unidad 5 focalizando sobre los aspectos éticos en la investigación sobre vacunas para prevenir la COVID-19.

3. Reflexiones en el camino

En el nuevo contexto y ante la virtualidad como única opción nos propusimos redefinir la propuesta pedagógica con el objetivo de sostener la esencia de la educación crítica, dialógica, emancipadora y transformadora. La planificación docente y las actividades realizadas por los estudiantes fueron distintas a las que realizamos en la presencialidad pero nos permiten estar “juntos para aprender”. Asimismo,

elaboramos una propuesta virtual donde intentamos recuperar lo que propone Boaventura de Sousa Santos [11] en relación a enfrentar lo nuevo con lo nuevo, con impronta democratizadora, alejada de la lógica mercantilizadora y que contribuye a definir y dar respuestas a problemáticas del contexto.

A tal fin, es interesante el concepto de ubicuidad de los aprendizajes que propone Burbules [12], dado que en este contexto, elaborar una propuesta de educación en línea facilita que los estudiantes puedan construir aprendizajes sin necesidad de coincidir espacialmente en un aula de la facultad, la mayoría de ellos pudieron realizar el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) en distintas localidades y coincidir en una propuesta formativa colectiva mediada por dispositivos y conectividad digitales. Es posible “deslocalizar” el tiempo y el espacio, e implementar una propuesta pedagógica que habilite un vínculo distinto con los contenidos disciplinares y contextuales, así como la sociabilización, los encuentros y las reflexiones compartidas y en red entre docentes y estudiantes. En coincidencia con Litwin [13,14] y Maggio [15,16], no es la tecnología en sí la que permite la construcción de nuevos aprendizajes, sino las propuestas pedagógicas, didácticas y de evaluación que elaboramos y desplegamos los equipos docentes en base a los objetivos del espacio curricular en cuestión. Tampoco se trata de un despliegue de innumerables recursos con el supuesto objetivo de “hacer atractiva” o “entretenida” la clase, sino de elegir los recursos que posibiliten otorgar sentido, significado y relevancia a los contenidos que se abordan en cada momento. Se considera que es clave no recurrir a contenidos pensados por otros y para otras realidades. Nuestra propuesta pedagógica se entrelaza con la contextualización de los aprendizajes, analizando integralmente las temáticas y habilitando la reflexión crítica inherente a los entramados del campo de actuación profesional, muchas veces ocultos en el mensaje comunicacional hegemónico que circula en los medios masivos de comunicación. En este sentido, consideramos clave evitar la tentación de emplear tecnología en exceso y sin justificación pedagógica, para evitar el solucionismo tecnológico tanto para enseñar como para evaluar.

4. A modo de cierre

Esta propuesta pedagógica la implementamos como educación remota de emergencia luego de interrogarnos y de encontrar respuestas posibles acerca de cómo continuar con una educación democrática, de calidad y que incorpore a todas y todos los estudiantes en la virtualidad. Y así, en el ruedo comenzaron a manifestarse aquellos problemas que estaban opacados. De repente, tuvimos que considerar la brecha, no sólo económica, social y cultural sino ahora también digital. Reducir la brecha digital es clave para pensar los procesos genuinos de inclusión y participación en la era digital [17]. Como bien señala Quiroga Branda [18], la misma no sólo responde a la variable generacional planteada por Prensky [19], sino que se ve determinada por condiciones de desigualdad que influyen en el capital simbólico y también en las condiciones de uso, creación y acceso de las tecnologías, haciéndose presente entre países y dentro de cada país. Las Universidades y los universitarios no estamos ajenos a esta heterogeneidad. Muchas veces creemos, de manera acrítica, que trabajamos con

un universo uniforme y homogéneo, desconociendo que la masificación de las instituciones trajo heterogeneidades crecientes.

El compromiso social universitario, entendido como el rol social de la universidad pública, es inherente a todas las prácticas que desarrollan los diversos actores institucionales en las funciones de docencia, extensión, investigación y gestión. En la especificidad de la función docente, “establecer las condiciones que posibiliten el acceso, uso y apropiación de las tecnologías a través de propuestas pedagógicas específicamente pensadas, puede contribuir a una doble finalidad: reducir la brecha digital en educación y disminuir diversas desigualdades en el campo social” [20].

Así, nos interrogamos sobre qué nos deja la pandemia para construir alternativas colectivas, como sociedad, para pensar desde allí cómo acompañar este proceso desde el compromiso social de las universidades públicas. Si bien hay diversas voces y miradas al respecto, como punto de partida y como ordenador ideológico y conceptual de las políticas y acciones que se implementen, cobra relevancia la concepción de Boaventura de Sousa Santos [21] cuando sostiene que “(...) tendremos que imaginar soluciones democráticas basadas en la democracia participativa a nivel de los vecindarios y las comunidades, y en la educación cívica orientada a la solidaridad y cooperación, (...)” (p.25). Desde las políticas educativas universitarias, se hace prioritario reflexionar acerca de los modos en los que la educación a distancia, en tiempos de pandemia y post pandemia, habilita procesos para profundizar las democracias, la participación ciudadana, la justicia social y la solidaridad.

Este recorrido pedagógico que planteamos resultó muy atractivo para los estudiantes ya que les permitió realizar un aprendizaje contextualizado con la situación socio-sanitaria que estamos viviendo actualmente. De esta manera no sólo se fueron apropiando de los contenidos del Seminario sino que también pudieron ir entendiendo muchas de las medidas tomadas en el marco del ASPO/DISPO que los atraviesan y cómo se vinculan los actores sociales para colaborar en el abordaje y resolución de la COVID-19.

5. Referencias

[1] Andrés, J. M. (2008). *Nuevos enfoques de la evaluación de los aprendizajes en el contexto europeo de Educación Superior* en Mateo, J., y Martínez, F. *La evaluación alternativa de los aprendizajes. Cuadernos de docencia Universitaria*, (1º ed., Vol. 3, pp. 7-21). Editorial Octaedro – ICE.

[2] Ferry, G. (2008) *Pedagogía de la formación*. Buenos Aires, Novedades educativas.

[3] Morín, E. (1994). *Epistemología de la complejidad. Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad*. Editorial Paidós SAICF. Buenos Aires, Argentina.

[4] Souto, M. (1993). *Hacia una didáctica de lo grupal*. Miño y Dávila.

[5] Souto, M. (1999). *Grupos y dispositivos de formación*. Novedades Educativas.

[6] Perrenoud, P. (2005). *Diez nuevas competencias para enseñar*. España, Gras.

[7] Souto, M. y otros (8-9 de diciembre de 2005). Una propuesta curricular basada en los conceptos de Dispositivo y Formación, V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur, Mar del Plata pp.:1-13.

[8] Souto, M. (2019). *Acerca de la noción de dispositivo en la formación universitaria en Educación, Lenguaje y Sociedad* (1° ed., Vol. XVI N°16, pp. 1-16). DOI:<http://dx.doi.org/10.19137/els-2019-161602>.

[9] House, E.R. (2000). *Evaluación, ética y poder*. Ediciones Morata.

[10] Dussel, I. (2020) *Pensar la educación en tiempos de pandemia: entre la emergencia, el compromiso y la espera*. UNIPE: Editorial Universitaria.

[11] Santos, B. D. S. (2005). *La universidad en el siglo XXI: Para una reforma democrática y emancipadora de la universidad*. CEIICH-UNAM.

[12] Burbules, N. C. (2014). *Los significados de "aprendizaje ubicuo" en Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos de Políticas Educativas* (Vol. 22 N° 104, pp.:1-10). DOI: <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v22.1880>.

[13] Litwin, E. (2000). *La educación a distancia: temas para el debate en una nueva agenda educativa*. Buenos Aires: Amorrortu.

[14] Litwin, E. (2008). El oficio del docente y las nuevas tecnologías: herramientas, apremios y experticias. *Educação Unisinos*, 12(3), 167-173.

[15] Maggio, M. (2012). Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Buenos Aires: Planeta.

[16] Canal EAD-UNCA. (25 de marzo de 2020). *Enseñar en tiempos de pandemia - Dra. Mariana Maggio* [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=lvY5QZ5Qk04&t=1624s>

[17] Castells, M. (2009). *La comunicación en la era digital* en M. Castells Editor (Ed.) *Comunicación y poder* (1° ed., Vol. 1, pp. 87-189). Madrid: Alianza.

[18] Quiroga Branda, P. E. (2014). De nativos, inmigrantes y la brecha digital. Una revisión crítica del abordaje educación/tecnología. Ponencia presentada en el XII Congreso ALAIC. Lima, Perú.

[19] Prensky, M. (2010). *Nativos e Inmigrantes Digitales. Cuadernos SEK 2.0*. (Vol. 2, pp. 1-20). Albatros

[20] Gerlero, C. (2018). *El compromiso social universitario en la era digital. Un escenario a construir* en: S. Copertari y N. Sgrescia (comp.) *Políticas Universitarias, Comunidades Virtuales y Experiencias Innovadoras en Educación*. (1° ed., Vol. 1, pp. 175-209). Rosario: Laborde Editor y UNR.

[21] Santos, B. D. S. (2020). *La cruel pedagogía del virus*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO. URL: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20200430083046/La-cruel-pedagogia-del-virus.pdf>

Evaluación como regulación del aprendizaje de la química en tiempo de pandemia.

Sánchez Mendoza, Celia¹ y Trejo, Luis Miguel²

¹Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 8 Miguel E. Schulz, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México
celia.sanchez@enp.unam.mx

²Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
lmtrejocunam@gmail.com

Resumen. Se busca fomentar que la evaluación sea un proceso de regulación del aprendizaje de los estudiantes al proporcionarle criterios e instrumentos tanto para comprender sus dificultades, errores, etc. y superarlos, como para reconocer sus éxitos, durante el estudio a distancia de la unidad sobre “La nanotecnología en los vehículos eléctricos” de la asignatura Química IV, área 1 de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM. En particular se presentan las actividades de enseñanza-aprendizaje-evaluación asociadas al tercer y último objetivo de la unidad: Reflexionar en torno a las aplicaciones de la nanotecnología en la industria automotriz así como sus posibles implicaciones positivas y negativas, a través de la búsqueda y el análisis de la información en revistas y textos (impresos o digitales) para que sea consciente del uso de dicha tecnología. También se comparten los resultados de la aplicación de las actividades.

Palabras clave: Evaluación como regulación del aprendizaje. Nanotecnología en vehículos eléctricos. Educación preuniversitaria.

1. Introducción

Los problemas y cambios sociales, económicos, científicos y tecnológicos en todo el mundo durante los últimos decenios, como los casos de desarrollo sostenible, eliminar el hambre, reducir la mortalidad materna e infantil, poner fin a las epidemias, fomentar la equidad de género, mejorar la mente y el cuerpo de las personas, aumento de trabajo asociativo en la red, control de problemas de salud mental como el estrés y la ansiedad, uso de sistemas de inteligencia artificial, drones, robots, etc. conducen a replantear numerosos aspectos de la enseñanza de las ciencias vía proyectos innovadores que pretenden adaptar la escuela al panorama actual para, entre otros aspectos, mejorar el interés, la motivación y la comprensión de los estudiantes en el marco de, al menos, dos visiones sobre la educación: ¿Deberían los estudiantes aprender conocimientos que les ayuden a convertirse en ciudadanos alfabetizados, responsables y críticos, o en trabajadores competentes según las necesidades del mercado laboral actual? [1].

En este contexto la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), subsistema de educación preuniversitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y fundada

desde diciembre de 1867, ha elaborado y actualizado su modelo educativo así como sus planes y programas de estudio de manera periódica para atender los retos de su época y así adecuarse a las condiciones del contexto nacional e internacional contemporáneo. La actualización más reciente culminó al aprobarse los programas de estudio en noviembre de 2016 para las asignaturas de cuarto año (edades de estudiantes 15-16 años), en mayo de 2017 para las asignaturas de quinto año (edades 16-17 años) y en abril de 2018 para las asignaturas de sexto año (edades 17-18 años) [2].

Las asignaturas de Química que se imparten en el actual plan de estudios de la ENP son Química III para el quinto año de enseñanza, así como Química IV Área I y Química IV Área II, ambas para el sexto año de enseñanza y diseñadas, correspondientemente, para estudiantes que piensen ingresar a carreras de corte Físico - Matemático y de las ingenierías o para estudiantes que quieran estudiar carreras universitarias de las ciencias biológica y de la salud. La asignatura Química III tiene como propósito que el estudiante adquiera y utilice los principios y conceptos químicos necesarios para analizar y reflexionar sobre problemáticas relacionadas con el ambiente, la salud y el avance tecnológico. Y sus contenidos están estructurados en tres unidades que incluyen tópicos de la agenda mundial: 1) Elementos químicos en los dispositivos móviles: una relación innovadora, 2) Control de las emisiones atmosféricas en las grandes urbes, y 3) Abastecimiento del agua potable: un desafío vital [3]. Mientras que la asignatura Química IV, del área I, busca proporcionar las bases para un futuro sostenible, desde un contexto cotidiano, con el fin de que se asuman como ciudadanos activos, críticos, responsables y conscientes de la realidad en la que se encuentran mediante el estudio de tres unidades pensadas en situaciones que vive la sociedad actual y que merecen ser analizados desde diferentes aristas para su mejor comprensión: 1) Litio: fuente de energía alternativa, 2) La nanotecnología en los vehículos eléctricos y 3) El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos [4].

En la visión de aprendizaje del actual plan de estudios se concibe que el profesor es un guía y orientador del aprendizaje del estudiante y que éste se transforma en el arquitecto que construye sus propios conocimientos [5]. Pero si consideramos que aprender comporta, básicamente, superar obstáculos y errores, y que la evaluación no sólo mide los resultados, sino que condiciona qué se enseña y cómo, y muy especialmente qué aprenden los estudiantes y cómo lo hacen, entonces hay que integrar la evaluación a los procesos de enseñanza y de aprendizaje y diseñar nuevas actividades de evaluación para favorecer un proceso de regulación, que les permita a los propios alumnos detectar sus dificultades y disponer de estrategias e instrumentos para superarlas [6].

Este trabajo busca promover la evaluación como un proceso de regulación del aprendizaje durante una parte de la segunda de tres unidades del programa Química IV. Área I, que desarrolla la temática “La nanotecnología en los vehículos eléctricos”, durante las clases a distancia, debido a la pandemia mundial de covid-19.

En cada uno de estos dos cursos se dedican 90 horas de estudio teórico y 30 horas de estudio práctico durante un año escolar de aproximadamente 33 semanas de clase más las semanas de exámenes. Y el enfoque de ambos cursos es de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), que permiten contribuir a la adquisición de una cultura científica en los alumnos que promueva el ejercicio de una ciudadanía activa y

consciente, mediante la aplicación de los conocimientos de la disciplina en diversas situaciones, incluidas las de la vida cotidiana.

Es importante aclarar que para nosotros, como otros autores [7], el objetivo principal de la educación CTSA es empoderar a las personas, ayudándolas a alcanzar logros científicos y poder tomar decisiones informadas sobre temas relacionados con la Ciencia y la Tecnología que influyen en la sociedad, por lo que es una propuesta educativa innovadora que plantea un cambio radical en el currículo escolar, que contempla la formación en valores y que facilita la participación ciudadana en las implicaciones de la Ciencia y la Tecnología. Y que las metodologías de enseñanza propuestas para alcanzar dicho objetivo, son metodologías activas en las que la mayor responsabilidad recae sobre el estudiante como el análisis de fuentes de información, aprendizaje basado en proyectos o mediante resolución de problemas abiertos, estudios de caso, actividades extracadémicas (visitas de museos, centros de investigación, participación en actividades comunitarias, etc.), etc.

Y con respecto a nuestro marco de referencia sobre evaluación, la propia palabra proviene del francés hablado en el siglo XVIII donde su connotación inicial era “juzgar”. En el área educativa sus funciones y significado se ha adaptado al contexto correspondiente. Así, en el inicio del siglo XX, los expertos educativos creían que podían usar pruebas estandarizadas para estudiar y mejorar los resultados de la educación, así como para encargarse del diagnóstico y la colocación de estudiantes de acuerdo con sus necesidades de aprendizaje. Entonces se empezó a enseñar a los docentes cómo hacer sus propias pruebas siguiendo principios científicos de medición lo que se tradujo en un sistema de pruebas formales, cuestionarios y calificaciones (mayormente cuantitativas) para los libros de texto que sigue utilizándose mucho en la actualidad [8]. En contraste con este modelo técnico y cuantitativo, existe desde el final del siglo XX un enfoque innovador de la evaluación en el aula, que fomenta la etapa formativa para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y que surgió por varios factores: i) La revolución de la ciencia cognitiva que apoya un nuevo modelo de aprendizaje donde los estudiantes construyen activamente conocimiento nuevo en lugar del modelo anterior donde los maestros transmiten el conocimiento y los estudiantes lo absorben, ii) un uso mayor de pruebas estandarizadas, para responsabilizar (account en inglés) a las escuelas, directores y maestros del progreso académico de los estudiantes, iii) numerosas evidencias de que los formatos de pruebas tradicionales no mejoran el aprendizaje de los estudiantes ni la calidad de la enseñanza, iv) el desarrollo de estrategias de evaluación específicas por áreas o asignaturas que se vinculan más estrechamente a los objetivos curriculares, etc.

De igual manera términos específicos se han modificado para considerar la visión educativa del momento. Por ejemplo, en 1967 Michael Scriven distinguió la evaluación formativa y la sumativa en el contexto de la evaluación curricular y la evaluación de programas, para distinguir entre la evaluación realizada durante el proceso de desarrollo para dar información al proceso mismo, en contraposición con la evaluación del producto final. Desde entonces ya se diferenciaba entre evaluación diagnóstica (para conocer las características de ingreso), formativa (para detectar dificultades en el proceso, aunque no era fácil realizarla porque no se contaba con suficientes instrumentos) y la sumativa (juicio que se refleja en la calificación). En 1999 el grupo de reforma de la evaluación (Assessment Reform Group en inglés) acuñó la expresión evaluación para el aprendizaje para referirse a la evaluación que respalda el proceso de

aprendizaje, lo que contrasta con la evaluación que sólo mide los resultados del aprendizaje. Así, actualmente la evaluación formativa se define como la evaluación llevada a cabo durante el proceso de enseñanza con el fin de mejorar la enseñanza y/o el aprendizaje. Y la evaluación sumativa se refiere a las evaluaciones realizadas al final de una unidad de enseñanza o curso de estudio, con el propósito de dar calificaciones o de certificar el aprovechamiento del estudiante [9].

En nuestro caso, coincidimos con otros especialistas en que la evaluación es el proceso de recogida y análisis de la información destinado a describir la realidad, emitir juicios de valor y facilitar la toma de decisiones. Que aprender comporta, básicamente, superar obstáculos y errores. Por lo que las estrategias y métodos de evaluaciones aplicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje tienen una extraordinaria repercusión en los resultados de dichos procesos. Entonces la evaluación debe ser el motor del aprendizaje, ya que de ella depende tanto qué y cómo se enseña, como el qué y el cómo se aprende. Sin embargo, el profesorado, al planificar las secuencias didácticas, tiende a separar las actividades de enseñanza y aprendizaje de las de evaluación. Cuando se diseña una secuencia didáctica, generalmente se piensa en qué contenidos se pretenden enseñar y en las actividades y ejercicios que se aplicarán, pero se dedica muy poca atención a detectar las dificultades de los alumnos, a comprender sus posibles causas y a pensar en cómo regularlas [6, 10, 11].

En esta visión la finalidad principal de la evaluación es la regulación tanto de las dificultades y errores de aprendizaje del alumnado (ver tabla 1) al proporcionarle criterios e instrumentos para comprender sus errores y superarlos, como para reconocer sus éxitos, como del proceso completo de enseñanza. Además, el error es útil para regular el aprendizaje, por lo que conviene estimular su expresión para poderlo detectar, comprender y regular. Que en el aula todos evalúan y regulan, el profesorado y los compañeros, pero la evaluación más importante es la que realiza el alumno, por lo que hay que aprender a autoevaluarse, y para ello es necesario que los estudiantes se apropien de los objetivos de aprendizaje, de las estrategias de pensamiento y de acción aplicables para dar respuesta a las tareas planeadas, y de los criterios de evaluación [6].

Tabla 1. Causas de los principales errores y dificultades en el aprendizaje del alumnado

Errores y dificultades en el aprendizaje del alumno	Causas de estos errores y dificultades
Formas de percibir nuestro entorno	Tendencia a verlo todo desde el propio punto de vista
Formas de razonar	Tendencia a utilizar formas de razonar simples
Formas de comunicar	Las palabras no siempre se utilizan con el mismo sentido
Formas de sentir (creencias, valores, emociones)	Muchas creencias y sentimientos son obstáculos para aprender
Ideas transmitidas (ambiente, televisión)	No todas las explicaciones coinciden con las de la escuela

2. Contenido

2.1 Objetivo y muestra

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de la aplicación de la última parte de una secuencia didáctica formada por actividades de enseñanza-evaluación-evaluación durante una unidad de química sobre “La nanotecnología en los vehículos eléctricos”, a ser implantadas en forma de clases a distancia, en un periodo parte de la pandemia mundial de covid-19. En particular las actividades de toda la secuencia didáctica se aplicaron desde principios de noviembre de 2020 a fines de enero de 2021 en tres grupos de 81 estudiantes (edades 17-18 años) totales del turno vespertino del plantel 8 de la Escuela Nacional Preparatoria.

2.2 Metodología

Para diseñar la secuencia didáctica empleamos el proceso de retroplanificación (backward design en inglés): i) Se identifican, explicitan, adecuan, etc. los resultados de aprendizaje esperados, i. e. lo que los estudiantes deben saber, entender y ser capaces de hacer respecto al tema y de acuerdo a los programas. ii) Se seleccionan, adaptan, etc. instrumentos de evaluación adecuados como evidencia de logro de los resultados de aprendizaje. iii) Se planifican las actividades de aprendizaje y enseñanza en un modelo de secuencia didáctica que ayude a guiar a los estudiantes a alcanzar los resultados de aprendizaje esperados (etapa i) evaluados vía los instrumentos correspondientes (etapa ii) [12, 13].

Los objetivos de aprendizaje se seleccionan del programa oficial. Para la unidad 2. La nanotecnología en los vehículos eléctricos se dedican 30 horas de estudio teórico y 10 horas de estudio práctico para alcanzar los siguientes objetivos específicos [4]. El alumno:

- Explicará los conceptos de nanotecnología y nanomateriales a partir de su estructura y propiedades para entender sus aplicaciones a nivel ambiental, social y económico.
- Valorará la importancia de la nanotecnología en la industria automotriz, en los procesos de eficiencia energética, a través de la comparación entre las diferentes fuentes de energía, para contribuir al desarrollo sostenible en las grandes urbes.
- Reflexionará en torno a las aplicaciones de la nanotecnología en la industria automotriz así como sus posibles implicaciones positivas y negativas, a través de la búsqueda y el análisis de la información en revistas y textos (impresos o digitales) para que sea consciente del uso de dicha tecnología.

Los resultados de aprendizaje esperados los seleccionamos de la tabla de especificaciones correspondiente. Como cada unidad desarrollada en los programas de Química de la ENP dedica muchas horas para desarrollar diversos objetivos, los contenidos se dividen en temas. Así, la unidad 2 en estudio contiene 4 temas: 2.1 Autos eléctricos, nuevo estilo de vida ¿solución viable?; 2.2 Nanociencia y nanotecnología: ciencia; 2.3 Comprendiendo la naturaleza de la nanotecnología y 2.4 Beneficios y riesgos de la nanotecnología. Como muestra de lo realizado en la unidad se presentan aquí las actividades de enseñanza-evaluación-evaluación del último resultado de aprendizaje del último subtema, así como los resultados de aplicarlas (ver tabla 2) [14].

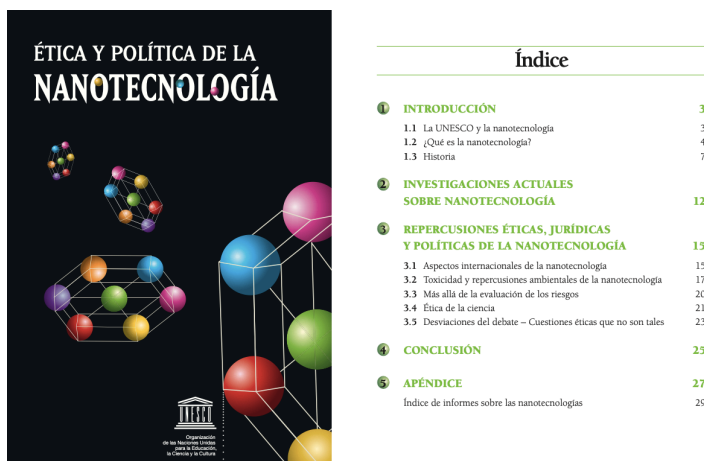
Tabla 2. Resultados de aprendizaje del Tema 2.4 Beneficios y riesgos de la nanotecnología.

Subtemas	Resultados de aprendizaje
a) El desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en México	Describe el desarrollo de la nanotecnología y algunas de las tendencias tecnológicas en el mundo. Identifica la incorporación de la nanociencia y la nanotecnología en el desarrollo científico y tecnológico de México como plataforma de una revolución científica.
b) Ética científica: Implicaciones positivas y negativas	Discute sobre la importancia de la aplicación de la nanotecnología y sus implicaciones sociales, medioambientales, éticas y de salud.

Un aspecto adicional que fomentamos para favorecer el aprendizaje de los estudiantes es el favorecer un buen clima de clase y las interacciones colaborativas entre sus componentes para fomentar un ambiente de clase motivante, basada en la cercanía con el alumno y que fomente su autonomía [10, 15].

3. Los resultados

Para ayudar a los estudiantes a discutir sobre la importancia de la aplicación de la nanotecnología y sus implicaciones sociales, medioambientales, éticas y de salud se les comparte el libro *Ética y Política de la Nanotecnología* [16] para que lo trabajen en cada uno de los 6 grupos pequeños o equipos ya existentes. Este documento de 29 páginas contiene 6 secciones (ver figura 1) sobre introducción, investigaciones actuales, repercusiones, conclusiones e informes sobre las nanotecnologías.

**Figura 1.** Portada e índice del libro *Ética y Política de la Nanotecnología* [16].

Se asigna por equipo un capítulo del libro para su lectura que deberán leerlo individualmente y posteriormente reunirse en grupo pequeño y realizar un resumen del mismo.

El resumen lo presentan al resto del grupo en sesión a distancia con una presentación Power Point (ver figura 2), e incluyendo evidencias de su trabajo colaborativo como comentarios para realizar un solo resumen, diseño de la presentación, etc.

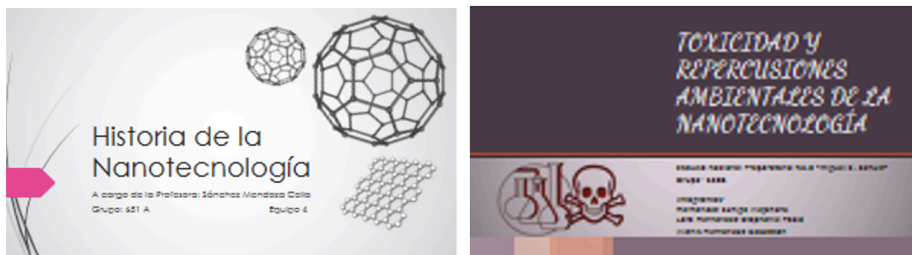


Figura 2. Portada de dos presentaciones compartidas en formato Power Point.

Posteriormente cada equipo comparte su resumen al resto del grupo (figura 3).

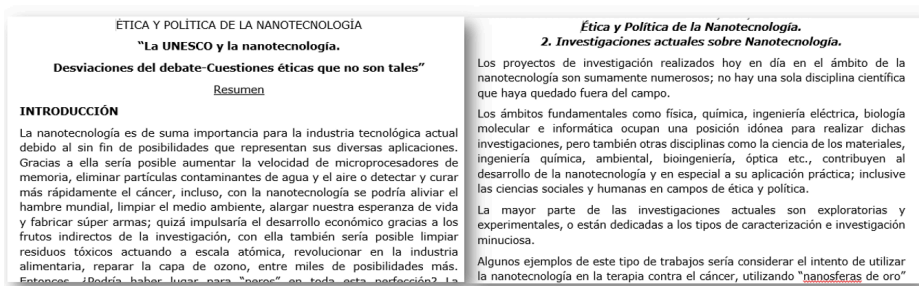


Figura 3. Portada de dos resúmenes por equipo compartidos.

Cada estudiante junta los diferentes resúmenes y genera un resumen global del libro, lo lee y elabora un texto de una cuartilla con las reflexiones obtenidas de esta lectura.

Los productos a entregar para su evaluación fueron:

Exposición por equipo en formato Power Point (evaluado con una lista de cotejo).

Resumen por equipo en formato libre (evaluado con una lista de cotejo).

Reflexión final individual sobre el contenido del libro en un documento de texto de una cuartilla (se evaluó si había alguna posición personal, desde el punto de vista ético, sobre la nanotecnología, pros y contras).

Los instrumentos de evaluación (ver figura 4) se comparten antes de realizar la actividad correspondiente para que los estudiantes se apropien de los criterios de evaluación.

Lista de cotejo para evaluación de la exposición

Exposición			
Título			
Integrantes			
Grupo y Sección			
Aspecto	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo
Presenta buena organización			
La información es suficiente para transmitir lo principal del apartado del libro			
Las imágenes tienen buena calidad y son pertinentes			
La tipografía utilizada facilita la lectura de los textos de las actividades			
Sin faltas ortográficas			
Sin faltas gramaticales ni de puntuación			
Los colores de fondo no interfieren con la lectura del texto			
El tiempo empleado coincide con el asignado			
Dan muestra del trabajo colaborativo			
El diseño es atractivo			

CSM 2021

Lista de cotejo para evaluación del resumen

Resumen			
Título			
Integrantes			
Grupo y Sección			
Aspecto	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo
Presenta buena organización			
Presenta ideas principales			
Hay coherencia y articulación en el texto			
Identifican el aspecto ético, ventajas y desventajas de la nanotecnología			
Sin faltas ortográficas			
Sin faltas gramaticales ni de puntuación			
Dan muestra del trabajo colaborativo			

CSM 2021

Figura 4. Listas de cotejo para evaluar las exposiciones y los resúmenes elaborados en equipo.

Al final de la aplicación de la secuencia, en uno de los 3 grupos con que se trabajó, la mayoría de los equipos, por su iniciativa, diseñó un instrumento de co-evaluación de comprensión del capítulo que habían presentado que se autorizó que lo compartieran y lo hicieran llegar al profesor ya contestados por sus compañeros. Una muestra de los instrumentos diseñados se presenta en la figura 5. Al analizarlos permiten conocer su estrategia en la ejecución de las tareas de elaboración de resumen y presentación en equipo. Y este instrumento no esperado permite confirmar que la evaluación-regulación no es tarea exclusiva del profesorado, sino de todo el grupo-clase, que la mayoría de dificultades las pueden resolver los alumnos entre ellos y sólo en las dificultades más complejas y globales es importante la ayuda del profesorado. Pero ello requiere institucionalizar en el aula el trabajo cooperativo, regular el clima de clase, etc. [6, 10].

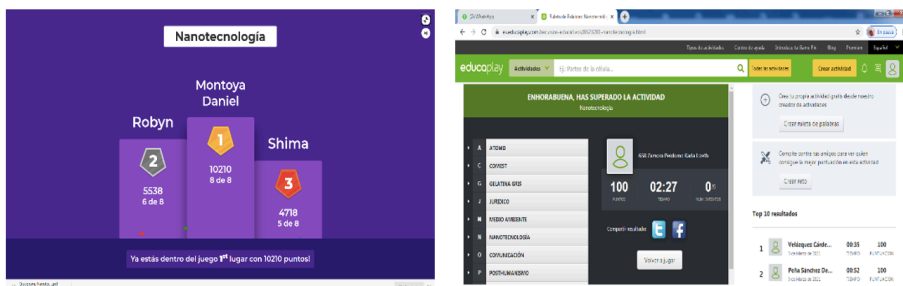


Figura 5. Muestra de instrumentos de co-evaluación diseñados por la mayoría de los equipos uno de los tres grupos con que se trabajó.

Cuando se revisaron las calificaciones de los tres grupos al término de aplicar la secuencia didáctica se encontró que un 76.5 % de los estudiantes obtuvieron calificaciones mayores o iguales a 8, 9 y 10. Y en el caso del grupo que diseñó instrumentos extra nos parece que se puede deber a la presencia de líderes positivos en el grupo, un buen clima de clase, un gusto por la asignatura, buenos hábitos de estudio, una motivación interior o exterior, una autonomía de gestión, un buen acercamiento con el profesor o que están en su último año de bachillerato.

4. Conclusiones

Se presentan las actividades de enseñanza-aprendizaje-evaluación asociadas a la reflexión en torno a las aplicaciones de la nanotecnología en la industria automotriz así como sus posibles implicaciones positivas y negativas, a través de la búsqueda y el análisis de la información en revistas y textos (impresos o digitales) para que sea consciente del uso de dicha tecnología. Consideramos que las actividades y los instrumentos utilizados promueven la evaluación como regulación del aprendizaje de la química en clases a distancia.

Confirmamos que cuando los instrumentos son diseñados por los estudiantes permiten conocer su estrategia en la ejecución de una tarea y que la condición necesaria para que los alumnos aprendan es que autoevalúen y regulen sus errores [4, 10, 11].

5. Referencias

- [1] Sanmartí, N. y Marchán Carbajal, I. (2015). La educación científica del siglo XXI. Retos y propuestas. *Investigación y Ciencia*. Octubre 31-38.
- [2] Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria (s.f.). *Planes y Programas de Estudio*. Ciudad de México: UNAM [En línea]. <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/index.html> [Acceso más reciente: 29 09 2021].
- [3] Escuela Nacional Preparatoria (2017). *Programa Química III*. Ciudad de México: UNAM [En línea]. http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/5to/1501_quimica_3.pdf [Acceso más reciente: 29 09 2021].
- [4] Escuela Nacional Preparatoria (2018). *Programa Química IV Área I*. Ciudad de México: UNAM [En línea]. http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/6to/1612_quimica_4_area_1.pdf [Acceso más reciente: 29 09 2021].

- [5] Escuela Nacional Preparatoria (1997). *Plan de Estudios 1996*. Ciudad de México: UNAM [En línea]. http://enp.unam.mx/assets/pdf/planesdeestudio/PE_1996_Bachillerato.pdf [Acceso más reciente: 29 09 2021].
- [6] Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona, España: Graó.
- [7] Perales Palacios, F.J. & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica* 4(1) 1-15.
- [8] Shepard, L.A. (2008). *La evaluación en el aula*. Ciudad de México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
- [9] Broadfoot, P., Daugherty, R., Gardner, J., Gipps, C., Harlen, W., James, M. & Stobart, G. (1999). *Assessment for Learning: Beyond the Black Box*. England: Nuffield Foundation and University of Cambridge
- [10] Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid, España Síntesis.
- [11] Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua*. Madrid, España: Editorial Ministerio de Educación
- [12] Wiggins, G., & McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision and Curriculum Development, [13]:
- [13] Wiggins, G., & McTighe, J. (2013). *Enseñar a través de la comprensión*. Ciudad de México: Trillas.
- [14] Escuela Nacional Preparatoria (2018). *Tabla de especificaciones. Química IV Área I*. Ciudad de México: UNAM: [En línea] <https://drive.google.com/file/d/0BxRqyCGTPlPfn1pnYUtNdEJ4SUxHMEdkYkpMck5tM0hUM21F/view?resourcekey=0-MzI0z6bT0QH56wAjqlzV8A> [Acceso más reciente: 29 09 2021].
- [15] Ellif, H. & Huertas, J.A. (2015). Clima motivacional de clase: en búsqueda de matices. *Revista de Psicología* 11(21), 61-74.
- [16] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2007). *Ética y Política de la Nanotecnología*. París, Francia: UNESCO [En línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000145951_spa [Acceso más reciente: 29 09 2021].

Entramado didáctico en secuencias de nivel inicial: dengue como problemática socioambiental

Ayelen Desiree Rossetto¹, Priscila Adriana Biber¹

¹ Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
ayelen.rossetto@mi.unc.edu.ar; priscila.biber@unc.edu.ar

Resumen. Desde que nos posicionamos en una visión integral de la salud cobra importancia el rol de la escuela y el rol docente. Toda comunidad educativa debe estar en una actualización constante que permita reestructurar concepciones que garanticen autonomía y emancipación en diferentes contextos sociales, tanto individuales como colectivos. Esto les permite pensarse como agentes promotores de la salud. En este trabajo se realizó un análisis de 4 secuencias didácticas planificadas por maestras de Nivel Inicial donde el eje de enseñanza era pensar al dengue como problemática socioambiental.

Palabras clave: formación docente, dengue, promoción de la salud, educación inicial .

1. Introducción

Desde que ponemos en vista el concepto de salud desde una visión integral, como construcción social, histórica, subjetiva y multideterminada entra en juego el rol de la escuela y el rol docente. Toda comunidad educativa debe ser consciente de sus propias concepciones para no caer en el modelo hegemónico del proceso de salud-enfermedad a la hora de intentar crear ambientes escolares saludables [1]. Para ello, se debe planificar y trabajar desde la promoción de la salud, considerada ésta como prácticas donde se espera una apropiación de la salud individual y colectiva, para que cada persona tome decisiones individuales que se orienten a transformaciones colectivas pudiendo favorecer las condiciones de bienestar [2].

De acuerdo a la experiencia de Garelli, et al., [3] las prácticas de enseñanzas vinculadas a la salud por parte de docentes de nivel inicial suelen focalizarse en contenidos como hábitos de conductas y prevención de enfermedades. Además generalmente incluyen la intervención de especialistas y materiales de campaña de difusión. Por ello el proceso de formación docente en este ámbito permite cambiar representaciones al futuro docente para lograr nuevas formas de enseñanza de la promoción de la salud, garantizando parámetros de autonomía y emancipación en diferentes contextos sociales, tanto individuales como colectivos [4].

Desde que la enfermedad de Dengue se ha re-instalado en el continente americano (fines del siglo XX) se está trabajando en medidas que permitan el control y erradicación de la misma, haciendo hincapié en la prevención, principalmente sobre la reproducción del mosquito *Aedes aegypti* y las medidas de cuidado personal (como el uso de repelente). Se ha relacionado esta enfermedad a regiones humildes y a la limpieza de los hogares. Son muchas las campañas de difusión de información técnica que se realizan esperando un cambio en el comportamiento de la población bajo una comunicación normativa, donde no se tienen en cuenta otros factores, como los sociales y ambientales [5].

Es importante que desde propuestas de capacitación docente se busque deconstruir la idea de enfermedad desde un punto de vista biomédico y reconstruir una perspectiva desde la promoción de la salud, lo cual va a permitir mejorar las prácticas educativas guiandola hacia nuevos procesos que buscan concientizar sobre el rol social activo para lograr un control integral de esta problemática. Buscando llegar desde la formación docente continua a pensarse como agentes promotores de salud y posibles transformadores de la realidad más cercana de su alumnado [6].

La enseñanza en el Nivel Inicial tiende a colaborar con la estructuración cognitiva de la realidad, a la vez que aporta formas para el desarrollo de conocimientos y saberes que permitan a cada uno de los niños y niñas avanzar en la apropiación de ideas sobre la realidad que los rodea [7]. En Argentina, la finalidad de la alfabetización científica se centra en la indagación del ambiente, problemas ambientales, diversidad biológica y las relaciones de los seres vivos y su entorno [8]. El juego es una herramienta fundamental para el desarrollo integral de niños y niñas. Esta estrategia pedagógica permite a las y los maestros diseñar secuencias didácticas que permitan un rol más activo, donde les niños pueden aprender, curiosear, descubrir, recrear y explorar su entorno, al mismo tiempo que afianzan conocimientos y habilidades (intelectuales, sociales, emocionales, motrices) [9].

Las prácticas cotidianas del aula son las manifestaciones materiales de un modelo pedagógico que de manera implícita se encuentra en las acciones didácticas de las y los docentes, quienes poseen un discurso teórico implícito que da soporte a sus prácticas de enseñanza [10].

El propósito de este trabajo es realizar un análisis descriptivo de secuencias didácticas elaboradas por maestras de Nivel Inicial en el marco del curso: “*Promoción de la salud y prácticas educativas, el Dengue como problemática socioambiental*” en la ciudad de Córdoba Argentina.

2. Características de las secuencias didácticas

Se recuperaron 4 secuencias didácticas producidas por docentes, en actividad, de nivel primario. En primera instancia se realizó una primera lectura de tipo exploratoria, orientada al descubrimiento de categorías descriptivas y analíticas para producir aportes teóricos relevantes [11]. A continuación, se tomó como unidad de análisis las actividades buscando recurrencias y discontinuidades, para delimitar así el entramado didáctico en función de las regularidades observadas.

Todas las secuencias presentan, entonces, una estructura general común: actividades de inicio, de desarrollo y cierre. Presentan al inicio una actividad que permite indagar ideas previas incluyendo preguntas acerca de los mosquitos en general y del dengue en particular, como por ejemplo: *¿cómo nacen? ¿qué comen? ¿Qué es el dengue? ¿Cómo se transmite, cómo se previene? ¿Hay mosquitos en tu casa? ¿Qué haces para que no te piquen?* como complemento a éstas se usaron imágenes y herramientas audiovisuales. Se pudo observar que hay actividades que incluyen la participación de las familias, ya sea en la búsqueda de información o en el diseño de materiales de difusión. Por otra parte, todas presentan la realización de un recorrido por el jardín o por la casa, para que les niños visualicen los riesgos y las acciones preventivas. Algunas docentes han usado también recursos audiovisuales para esto mismo. Luego de los recorridos se realiza como una especie de listado/informe de las acciones preventivas para evitar la reproducción del mosquito en cuestión. En dos de las secuencias se realiza un juego como propuesta didáctica, que de cierta forma deja entrever la manera en que ocurre la infección de los individuos a través de la picadura del mosquito infectado:

Mediante un juego representaremos cómo se transmite el virus del Dengue y los síntomas de la enfermedad. Uno de los niños tiene la enfermedad del dengue (representará los síntomas de la enfermedad), otro será un mosquito Aedes aegypti (que previamente picó al niño que estaba infectado) y el resto de los niños deberán evitar ser picados por el mosquito (tratando de tomar las medidas de prevención necesarias, previamente se preparará la sala para dicho juego) Si alguno de los niños en ese transcurso fue picado deberá ir a un lugar sectorizado y comenzar a imitar los síntomas del dengue, solamente los niños que no han sido picados podrán seguir tratando de erradicar el mosquito Aedes aegypti. El juego finaliza cuando se tomaron las medidas de prevención necesarias y el mosquito es erradicado. (Fragmento extraído de la secuencia 1).

En otra, se propone realizar un modelo, como una especie de títere, de manera colaborativa, entre la docente y sus estudiantes, determinando las características del mosquito vector:

Mediante un trabajo colaborativo crearemos, con botellas de plástico y otros materiales, dos especies de mosquitos (uno de ellos será el Aedes aegypti) para lo cual deberemos observar con especial atención sus características e identificarlas para luego plasmarlas con los materiales. (Fragmento extraído de la secuencia 4).

Todas las propuestas finalizan con la realización de un folleto o cartelera que permita informar acerca de las acciones preventivas principalmente frente a la reproducción del insecto y el cuidado del hogar y personal. Todas las docentes recurren casi constantemente a registrar lo conversado, lo observado, poniéndolo escrito en un afiche o mural.

3. Análisis de las secuencias didácticas y discusión

Las maestras optaron en su totalidad por iniciar sus clases recuperando ideas alternativas de sus niños y niñas, lo que puede llegar a determinar un modelo constructivista de enseñanza; si recordamos, para Piaget (1936) [12] el mecanismo de adquisición de conocimientos consiste en un proceso en el que la nueva información se incorpora a estructuras preexistentes en la mente, que se modifican y reorganizan (asimilación y acomodación). Además las profesionales incorporan a lo largo de sus diseños el trabajo colaborativo, ya sea entre las y los niñas y niños entre sí, con ellas o con la familias, apoyando la teoría de Vigostky que establece que somos seres sociales que construimos con otros, logrando un desarrollo cooperativo [12].

Los recorridos de los diferentes entornos, como ser el jardín, la huerta, la casa, el barrio pueden ser considerados como una forma de incluir la dimensión sociocultural de la problemática dando lugar a la observación de los mismos permitiendo, tal vez, entrever que no solo en lugares sucios y descuidados se colabora con la reproducción del mosquito, permitiendo que les niñas se vean y sientan como parte de, permitiendo dar cuenta de experiencias cercanas, de acuerdo a con lo que Suarez et al. [13] plantea *“lo divulgado por las campañas de promoción y prevención no tienen significación alguna en la medida en que hacen referencia a conductas y a roles con los que los actores sociales no se identifican”*. Sin embargo, luego de esta actividad se propone nuevamente el listado de acciones preventivas, si bien las prácticas de registro tiene un sentido en la alfabetización inicial, específica del nivel, al centrarse en la prevención se corre el riesgo de que puedan tomarse como receta y así pierda valor el trabajo previamente realizado por la docente. Esto nos pone en alerta sobre lo difícil que sigue siendo despegarse de un modelo preventivo, aunque se advierten indicios a repensar esta práctica ya instalada, como puede ser hacerlo de manera colaborativa y analizando diferentes contextos.

Consideramos que este es un nodo inicial a tener en cuenta, para lograr una reconceptualización del concepto de salud, dentro de un entorno de complejidad y transdisciplinariedad. Que las docentes puedan modificar su concepción, e incorporar ideas alternativas, buscando alcanzar una idea de la salud determinada por el desarrollo económico, el desarrollo social y la diversidad cultural. Para luego poner en juego la creatividad en estrategias didácticas a implementar [14].

En estas secuencias didácticas se pudo observar que en dos de ellas se llevaron a cabo dos estrategias a modo juego, que nos parecieron oportunas para ayudar a los alumnos a incorporar el proceso principalmente de contagio de la enfermedad. El juego es una herramienta muy utilizada en el nivel Inicial, ya que las niñas y niños aprenden jugando, pueden darle significado a los conocimientos nuevos, utilidad, sentido, ayuda en la motivación. Así las docentes logran potenciar esta capacidad innata con la cual niñas y niños se expresan, conocen, desarrollan la curiosidad, entre otras.

En algunas oportunidades se usaron herramientas audiovisuales de modo más bien informativo. En este sentido, consideramos que las TIC podrían incorporarse en otras

formas y para ello es necesario la capacitación docente que les permitiera apropiarse de estos nuevos lenguajes y pudiendo reconocer en las tecnologías recursos innovadores como parte de sus planificaciones [15].

Finalmente, con las actividades de cierre podemos decir que si bien el uso de la realización de folletos o carteles son formas utilizadas para comunicar e informar, no son en si mismo un método que colabore con el cambio de prácticas [5].

4. Conclusiones

El desarrollo infantil temprano es un proceso de por demás complejo que se encuentra modulado por numerosas variables tanto de índole ambiental (nivel socio-económico, crianza, entorno familiar, etc) como individual (genética, temperamento, personalidad, trastornos infantiles) [16].

En tanto se observa que las secuencias diseñadas son adecuadas para el nivel, ya que como propone Biber [6] se espera que esta problemática sea considerada desde una perspectiva ambiental junto a actividades que permitan estudiar el ciclo completo del mosquito, lo cual está presente desde las preguntas de indagación iniciales, hasta la observación de láminas e imágenes sobre el ciclo de vida, e inclusive el armado colaborativo del mismo.

En las actividades se propone un rol activo de estudiantes y sus familias, sin embargo, no se da cuenta de un compromiso real frente al control integral de la problemática. Aunque podemos reconocer cómo a través de estas propuestas las docentes buscaron que las y los estudiantes puedan ser protagonistas en la toma de conciencia de su entorno, sus conductas y roles con la salud colectiva y el ambiente.

Como cierre queremos destacar la importancia del desarrollo de propuestas de formación docente para todos los niveles educativos que permitan reestructurar representaciones acerca de la salud y principalmente sobre problemáticas socioambientales que puedan ser también de importancia epidemiológica.

5. Referencias

- [1] Organización Panamericana de la Salud. *Promover la salud en la escuela. ¿Cómo construir una escuela promotora de salud?* Buenos Aires. OPS; 2018.
- [2] Marchiori Buss, P. Capítulo 1: Una Introducción al Concepto de Promoción de Salud. En: Czeresnia, D. y Machado de Freitas, C. (comp.). (2008). *Promoción de la Salud : Conceptos, Reflexiones y Tendencias*. Buenos Aires: Lugar Editorial. pp. 19-46.
- [3] Garelli, Fernando et al. Formación docente y representaciones sobre Salud: caminos para la Educación en Salud desde una mirada crítica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte) [online]. 2017, v. 19, e2558. Disponible en:

- <<https://doi.org/10.1590/1983-21172017190106>>. [Último acceso: 29 09 2021]
- [4] Rojas, A. & De La Cruz, E. . La promoción de la Salud y la formación del docente en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador: Instituto Pedagógico de Miranda José Manuel Siso Martínez. *Revista de Investigación*, 36(76), 11-34, 2012. [En línea]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v36n76/art02.pdf>. [Último acceso: 29 09 2021]
- [5] Ocampo, C., & Blois, P., & Carbajo, A. El Dengue ¿Un problema para quién?. *Scripta Ethnologica*, XLII,65-95, 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14864828004> [Último acceso: 29 09 2021]
- [6] Biber, P.A. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, entre la Educación para la Salud y el Dengue. Un análisis de sitios/páginas Web y su inclusión en el sistema educativo de la provincia de Córdoba. *Revista de Educación en Biología*, sección Tesis, 21 (1), 74-79, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22547> [Último acceso: 29 09 2021]
- [7] Farina, J. La investigación en enseñanza de las Ciencias Naturales en el Nivel Inicial durante la década 2010-2020. Una revisión bibliográfica de revistas Iberoamericanas. *Revista De Educación En Biología*, 24(1), 87-101, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/30094> [Último acceso: 29 09 2021]
- [8] Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. (2004). Núcleos de Aprendizaje Prioritarios - NAP Nivel Inicial.
- [9] Jaimes Jimenez, L. K & Ortiz Garcia M. C. *Secuencia didáctica, el juego como estrategia de aprendizaje para fortalecer procesos en los niños y las niñas de primera infancia*. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/2888> [Último acceso: 29 09 2021]
- [10] Roman, J.V; Peñafiel Rodriguez, M.P; Alvear, L.F; Chávez, R.C; Vinueza, M.E. Modelos pedagógicos aplicados en educación inicial. *Revista espacio*, 42 (01), 97-106, 2021. [En línea]. Disponible en: DOI: [10.48082/espacios-a21v42n01p08](https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n01p08) [Último acceso: 29 09 2021]
- [11] Bravin, C y Pievi, C. (2008). *Documento Metodológico Orientador para la Investigación Educativa*. Instituto Nacional de Formación Docente. Ministerio de Educación Argentina.
- [12] Tabora, A & Sosa, G (comp.). *Un recorrido por el nivel inicial desde la Psicología Educativa*. Ediciones Nueva Editorial Universitaria UNSL, Red de Editores de Universidades Nacionales y Laboratorio de Alternativas Educativas. Facultad de Ciencias

- Humanas. Universidad Nacional de San Luis - República Argentina 2010.
- [13] Suarez, R; González Uribe, C & Vitela, J.M. Dengue, políticas públicas y realidad sociocultural: una aproximación al caso colombiano. Universidad de los Andes, Bogotá. Revista Colombiana de Antropología. Vol 40 pp 185-212, 2004.
- [14] Naomar Almeida- Filho. Complejidad y transdisciplinariedad en el Campo de la Salud Colectiva: Evaluación de conceptos y aplicaciones. *Salud Colectiva*, Buenos Aires, 2(2): 123-146, Mayo - Agosto, 2006.
- [15] Esmoris, P.A Implementación de las TIC como recurso innovador en la enseñanza-aprendizaje. Trabajo final de Grado. Plan de intervención. Universidad Siglo 21. Mar de Plata, Buenos Aires, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/20559> [Último acceso: 29 09 2021]
- [16] Gago Galvagno L. G , Stoisa S, Gak A y Elgier A. M. La educación infantil como factor protector en el desarrollo cognitivo infantil. En: Lora, Laura N. Infancias, narrativas y derechos : tomo II / Laura N. Lora. - 1a ed. - CABA: Facultad de Derecho. Departamento de Publicaciones,UBA, 2021. Libro digital, PDF. [En línea]. Disponible en: <http://www.derecho.uba.ar/publicaciones/libros/pdf/2021-infancias-narrativas-y-derechos-t2.pdf> [Último acceso: 29 09 2021]

Nuevos aportes de la virtualidad a las prácticas de enseñanza en química de los alimentos

Estela Motta, Florencia Fangio, Miriam Iurlina, Alicia Robles, Liesel Gende

Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra Bromatología y Nutrición
estelaleonormotta@hotmail.com

Resumen. La pandemia en relación con el COVID-19 expuso cierta carencia en la utilización de herramientas virtuales como un eje más en la enseñanza de las ciencias. La necesidad de implementar nuevas estrategias que enfrenten al alumno a experiencias de aprendizaje comparables a las del laboratorio de análisis de alimentos, constituyen un gran desafío. La incorporación de propuestas de trabajo en casa u otras alternativas fueron incorporadas durante la cursada de Bromatología y Nutrición de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) resultando en una mejora en la comprensión de los aspectos prácticos.

Palabras claves: Análisis de alimentos, herramientas virtuales, trabajos en casa, experiencias de aprendizaje

1. Introducción y fundamentación

Conocer la composición química de los alimentos es el primer elemento esencial en el tratamiento alimentario de las enfermedades o en cualquier estudio cuantitativo de la nutrición humana[1]. Los datos de composición química se utilizan en estudios de investigación sobre los efectos tanto en la alimentación, como en la salud, la reproducción, el crecimiento y el desarrollo. También para preparar regímenes alimenticios de composición específica de nutrientes en la práctica clínica. Los datos se utilizan a nivel nacional e internacional en la evaluación del valor nutricional de los productos alimenticios consumidos por las personas y las poblaciones[2].

Las ciencias experimentales han mostrado a lo largo de la historia un crecimiento conjunto entre el conocimiento y el desarrollo de tecnologías que han permitido justificar la base racional de aquellas experiencias realizadas[3], [4].

En general, la pandemia expuso cierta carencia en la utilización de herramientas virtuales como un eje más en la enseñanza de las ciencias. En particular, la materia Bromatología y Nutrición la cual forma parte de la currícula obligatoria (último año) de la Carrera de Bioquímica - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMDP- no ha estado exenta. Incluye en sus contenidos clases teóricas, 5 seminarios (actividades de aula) y 9 trabajos prácticos los cuales permiten afianzar la destreza práctica y conocimiento de matrices particulares como son los alimentos. El análisis de alimentos requiere desde equipos de laboratorio específicos hasta elementos que pueden ser reemplazados por otros al alcance de la mano en los hogares, unido a que el alimento como materia de análisis se encuentra disponible. Por ello, la incorporación de nuevas

propuestas de trabajo en casa u otras alternativas que enfrenten al alumno a situaciones reales para crear sus propias experiencias, fueron incluidas dentro de las actividades previstas en la cursada 2021 junto a la evaluación y acompañamiento. **Se eligieron 3 trabajos prácticos en función de la disponibilidad del alimento, utensilios y materiales, y manejo seguro en los hogares. Se seleccionaron los siguientes trabajos: coagulación de la leche, bases nitrogenadas volátiles en pescado y propiedades funcionales en ciertas matrices.**

La elaboración de quesos por coagulación ácida se basa en la precipitación de la principal proteína de la leche (caseína) por acción de un ácido. La presencia de ácido láctico en la leche, bien por adición o como consecuencia de una fermentación láctica, produce un descenso del pH. Esta disminución, si es progresiva, hace que el calcio y fósforo micelar aumenten su solubilidad abandonando la micela y pasarán a formar parte de la fase hídrica. El resultado es una micela desmineralizada, de menor tamaño, y menos estable[5].

El análisis del pescado consta de dos partes, la evaluación sensorial y la determinación del contenido de nitrógeno básico volátil (NBV) como índice de calidad en pescado fresco. La alteración de pescados frescos mantenidos en condiciones de refrigeración conduce a la formación principalmente de trimetilamina, la cual resulta del deterioro microbiano, y en parte a la formación de amoníaco, por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos. Según el grado de deterioro de la muestra la concentración de estas bases nitrogenadas volátiles correlacionará con distintos atributos sensoriales. Su determinación expresa cuantitativamente el contenido de bases volátiles de bajo peso molecular[6].

Las espumas se definen en general como sistemas coloidales en los cuales hay burbujas de aire dispersas en una fase continua líquida, la cual también recibe el nombre de lamela[7]. Muchos alimentos procesados son productos tipo espumas: crema batida, helados de crema, pasteles, merengues, pan, soufflés, mousses y malvaviscos. En la mayoría de estos productos, las proteínas son los principales agentes con actividad superficial que ayudan en la formación y estabilización de la fase gaseosa dispersa. Generalmente, las espumas estabilizadas por proteínas se forman por burbujeo, batido, o agitación de una solución proteínica[8].

La gelatinización es el proceso que tiene lugar cuando el almidón se calienta en presencia de agua, lo que resulta en la alteración irreversible del orden molecular dentro de un gránulo de almidón[9]. La evidencia de esta pérdida de orden puede verse por irreversible hinchazón de los gránulos, pérdida de birrefringencia y de cristalinidad[10].

2. Objetivo

Se plantea como objetivo, aportar nuevas alternativas metodológicas dentro de la virtualidad como herramienta tecnológica para la realización de los trabajos prácticos de laboratorio en Bromatología y Nutrición.

3. Metodología

En base a experiencias realizadas en áreas básicas de la química en universidades de otros países, en donde los alumnos habían realizado algunas experiencias prácticas en sus hogares [11], [12], siempre que no conllevara a un riesgo, se planteó la realización de tres trabajos prácticos en modalidad virtual y con elaboración en sus hogares.

Las clases explicativas de los Trabajos Prácticos (TPs) se realizaron a través de plataformas de videoconferencia (zoom, google meet). El material de estudio: guías de trabajos prácticos y de seminarios; propuesta de actividades e informes y parcialitos fueron presentados en el aula virtual de la asignatura a través de la plataforma Moodle que dispone la universidad. Se adaptaron algunos trabajos prácticos para ser realizados en sus casas.

Dentro de los trabajos prácticos propuestos se incluyeron:

“Preparación de quesos por coagulación ácida”, para estudiar los principios químicos de la coagulación de la leche. Teniendo en cuenta las posibilidades de trabajo en los hogares de los alumnos, se preparó una actividad en la cual los alumnos debían preparar tres quesos elaborados con leche y distintas cantidades de vinagre. La mezcla debía mantenerse a temperatura ambiente durante algunas horas y luego realizar el desuerado sobre un colador con paño bajo refrigeración en heladera durante una noche. El producto del desuerado debía prensarse y moldearse manualmente y para la maduración, agregarle sal. A partir de las distintas etapas de la preparación de los tres quesos, los alumnos debían registrar y observar las diferencias entre los distintos productos y elaborar un informe y una presentación con los resultados obtenidos, incluyendo material audiovisual. El informe debía ser entregado al docente, mientras que la presentación debía enseñarse en una clase virtual en la que cada alumno tenía 5 minutos para compartir su experiencia individual.

Se transcribe la consigna propuesta: 1) Preparar tres quesos por coagulación ácida de acuerdo al procedimiento que se encuentra a continuación. 2) A partir de los tres quesos obtenidos realizar una comparación de: volumen, aspecto, sabor, etc, en las distintas etapas de elaboración. 3) Elabore un informe y una presentación con los resultados obtenidos, incluyendo fotos u otro material audiovisual complementario. Se respetó el diseño experimental de la guía de trabajos prácticos: Coagulación: Añadir el volumen de vinagre (50, 75 y 100 ml) a 500 ml de leche. Homogenizar. Cubrir con un paño y mantener a temperatura ambiente durante 5 horas. Desuerado: Colocar un colador sobre un recipiente. Situar un paño en el colador y añadir el producto de la coagulación. Dejar drenar el resto del suero, colocando el colador con el paño y el recipiente en refrigeración a 4 °C (heladera) durante una noche. Prensado y moldeado: Retirar el producto del desuerado del paño, y comprimir y moldear para darle forma al queso. Maduración: Para el salado se realizará uno o varios frotados con sal sobre la superficie de queso luego del moldeado y prensado.

“Determinación de bases nitrogenadas volátiles por el método de Antonacopoulos”, el cual en la presencialidad se centra en la determinación de nitrógeno básico volátil como indicador químico de la calidad del pescado, y su relación con la evaluación sensorial de la misma muestra. Teniendo en cuenta la virtualidad como herramienta actual para alcanzar los objetivos del TP, se propuso en este caso la

evaluación sensorial de pescado como índice de calidad, ya que se trata de una evaluación de plataforma en la industria pesquera. Por tanto, se reforzó la guía de TP con contenido asociado a la evaluación sensorial a través del estudio de atributos específicos consignados en Tablas utilizadas de rutina en dicho análisis, dejando especificadas una guía de manejo de la muestra. Teniendo en cuenta que el análisis químico es de importancia en la determinación de frescura se propuso además la lectura y exposición de trabajos de investigación asociados a la determinación del análisis sensorial por el método QIM (Quality Index Method, por sus siglas en inglés), y al análisis químico por el método de Antonacopulos, el cual es considerado de referencia en nuestra legislación, y otras metodologías analíticas que permiten detectar bases nitrogenadas (métodos cromatográficos, espectrofotométricos, enzimáticos).

Se transcribe la consigna propuesta: 1) Obtener la muestra de pescado fresco directamente en comercio y mantener en condiciones de refrigeración. 2) Evaluar la muestra, teniendo en cuenta las condiciones de limpieza e higiene en mesada indicadas en la guía. Para la evaluación sensorial considerar Tablas anexas las cuales permiten evaluar caracteres externos como: piel y mucosidad cutánea, aspecto y apariencia de los ojos, aspecto y olor de branquias. Además, de tener en cuenta caracteres internos como aspecto del peritoneo y olor de la cavidad abdominal, siendo necesario para esto abrir el ejemplar. 3) Elaborar un informe el cual debe contener en forma clara Objetivo, Descripción de la muestra, Resultados. Aceptación o rechazo del ejemplar. Elaborar una presentación con los resultados obtenidos, incluyendo fotos. El tratamiento de la muestra y confección del informe consistió en una actividad individual.

En esta evaluación se adjuntaron: 1) una guía con la descripción de los cuidados a considerar al momento de examinar el ejemplar y un video reforzando la observación del mismo. Además, se indicó la forma de abrir el ejemplar evitando la rotura de vísceras. 2) las Tablas que normalmente se utilizan en la práctica presencial en las cuales se consignan los criterios de aceptación (con distintos grados de frescura) y no admisión de las muestras. 3) La actividad se complementó con la asignación grupal de trabajos científicos publicados en revistas con referato en las cuales refieren a la evaluación de la calidad de pescados a través de la medición de nitrógeno básico volátil y/o la evaluación sensorial de los mismos. Las metodologías planteadas para la evaluación del índice químico fueron diversas, aquellas que se utilizan de rutina y tienen carácter oficial como otras desarrolladas desde la investigación y presentados como propuestas aun no oficiales, por lo cual se plantearon comparaciones y discusiones en relación a las ventajas y desventajas de las mismas.

“Propiedades Funcionales”, se eligió la preparación de espumas en distintas condiciones y de una solución de almidón en agua en caliente y su observación post enfriamiento; también se realizó un video explicativo con la observación microscópica del proceso de gelatinización del almidón procedente de distintos cereales a diferentes temperaturas. Se indicó a los alumnos que prepararan en las cocinas de sus hogares, la espuma a partir de clara de huevo, respetando las condiciones experimentales del laboratorio y determinando la estabilidad y abundancia de la misma bajo distintas condiciones (agregado de azúcar pre y post batido, agregado de sal, agregado de lípidos y haciendo cambios en la velocidad de batido).

Se transcribe la consigna propuesta: Indique en el informe si aumenta, disminuye o se mantiene igual el volumen escurrido (aplicando tiempo óptimo de batido) por agregado

de ClNa, azúcar post y pre batido, estimando que volúmenes podría obtener. Observar abundancia, textura y aspecto y brillo. Incluya fotos. Realice en su casa el batido de a. 1 clara de huevo batida durante 2 minutos a máxima velocidad; b. 1 clara de huevo batida con agregado de sal durante 2 minutos a máxima velocidad; c. 1 clara de huevo batida con agregado de lípidos de yema pre batido durante 2 minutos a máxima velocidad; 1 clara de huevo batida con agregado de azúcar pre batido durante 2 minutos a máxima velocidad; 1 clara de huevo batida con agregado de azúcar post batido durante 2 minutos a máxima velocidad.

Además, se incluyó el estudio de la gelatinización del almidón, así como su observación microscópica, adaptando un Smartphone a un microscopio monocular con ayuda de un trípode[13]. Se respetó el diseño experimental de la guía de trabajos prácticos: preparación de soluciones al 10 % p/v de almidones de distintos orígenes y su incubación a diferentes temperaturas (50-80°C). Se examinó en cada caso al microscopio óptico (60x), comparando almidones de maíz, mandioca y papa. Tanto las imágenes obtenidas como el video fueron suministradas a los alumnos para que describan los cambios observados, estimen la temperatura de gelatinización y obtengan conclusiones. Como parte complementaria, se planteó la preparación en sus casas de una solución de almidón y su enfriamiento posterior.

4. Resultados

4.1. Preparación de quesos por coagulación ácida

La coagulación de la leche, y particularmente la producción de quesos como producto final, consta de varias etapas en las cuales puede nombrarse la coagulación, el desuerado, el prensado y moldeado y la maduración, por lo que la consigna del trabajo practico, dividía la actividad en estas fases para que el alumnado pudiera distinguir las distintas etapas en el contexto del trabajo practico. En la primera etapa, la Coagulación, se distinguió la diferencia en los coágulos formados, observándose una mayor formación de la fase de suero en los quesos producidos con mayor cantidad de vinagre, que además resulto más límpido. Por otro lado, cuando se realizó el desuerado, en general se obtuvo un mayor volumen de suero en el queso producido con mayor cantidad de ácido. Además, los cuajos obtenidos con mayor cantidad de vinagre resultaron más firmes que aquellos preparados con menor cantidad de ácido. El prensado y moldeado resulto más dificultoso en el caso de los quesos preparados con menos acido debido a su falta de firmeza, al igual que la maduración en el caso de los quesos que quedaron con menos consistencia, el agregado no pudo realizarse por frotado, sino por añadido. El sabor y aroma de los quesos obtenidos fue más agradable en aquellos con menor cantidad de vinagre, mientras que los obtenidos con mayor cantidad de vinagre tenían un sabor y aroma acido desagradable.

Se obtuvieron distintos resultados de acuerdo a la marca de la leche y del vinagre (Fig.1). A partir de los inconvenientes presentados en la realización de los quesos, se determinó que el contenido de proteínas declarado en los rótulos o el porcentaje de ácido declarado en el vinagre seleccionado, era menor en aquellos quesos que presentaron poca consistencia. De esta forma se repasaron las bases teóricas de la

coagulación de la leche, en el caso de la coagulación acida, donde la solubilización del calcio coloidal, así como la disminución del pH favorece la precipitación de las caseínas de la leche.



Figura 1. Quesos elaborados por los alumnos en los hogares: queso 1 (500 ml leche + 50 ml vinagre); queso 2 (500 ml leche + 75 ml vinagre); queso 3 (500 ml leche + 100 ml vinagre)

Este trabajo practico presento como ventajas para su realización que los alumnos efectuaron una labor de preparación previa, en la búsqueda de los elementos y reactivos necesarios para el ensayo, lo que permite un estudio de la técnica y las bases teóricas del experimento, incluso antes de que inicien la actividad experimental propiamente dicha. Además, los alumnos, pese a trabajar con elementos caseros, intentaron mantener la rigurosidad de la técnica para los distintos quesos, utilizando los mismos elementos en la medida de lo posible, lo que indica que el alumnado pese a no trabajar en un laboratorio, al momento de realizar los experimentos, se posicionaron desde lo metodológico en la rigurosidad necesaria para un trabajo de laboratorio. Sin embargo, la desventaja de este método es que, durante el trabajo experimental, los alumnos se encuentran solos para realizar la actividad por lo que el aporte continuo que realizan los docentes en un trabajo practico presencial, donde explican a los alumnos el correcto uso de los distintos elementos del laboratorio, así como la continua corrección y aporte a los distintos aspectos del trabajo, no se pudo realizar. De esta forma, cualquier aporte o corrección de la realización de los experimentos, solo puede hacerse de forma posterior al mismo. En algunos casos, los alumnos repitieron los experimentos después de una consulta virtual a los docentes debido a fallas en la obtención de los productos experimentales. La corrección sincrónica de los errores que pueden producirse a lo largo de un trabajo practico presencial, no es posible en esta clase de trabajo practico, aunque el análisis para comprender los errores, corregirlos, y lograr el objetivo planteado, si puede lograrse.

4.2. *Determinación de bases nitrogenadas volátiles por el método de Antonacopoulos*

El músculo *in vivo* de peces óseos es estéril, sin embargo, luego de la captura y muerte del animal, la flora microbiana que acompaña en superficie invade el músculo proliferando y modificando el microambiente dando lugar a cambios químicos que entre otros llevan a la formación de compuestos característicos del deterioro como las bases nitrogenadas volátiles las cuales se toman como Índice químico de deterioro. A dicho deterioro acompañan cambios en atributos físicos que pueden percibirse a través de los sentidos, y según el grado de avance del deterioro será la profundidad del cambio de los atributos. En condiciones de refrigeración se espera un predominio de trimetilamina, como base nitrogenada volátil, y modificaciones en las características organolépticas. Según el comercio de adquisición de la muestra (tipo de pescado y condiciones de la muestra y almacenamiento) y la manipulación posterior (principalmente la conservación en refrigeración hasta evaluación) serán las observaciones y resultados registrados.

El análisis sensorial de pescado posibilitó evaluar aquellas características propias de la muestra, y que normalmente se evalúan en la práctica presencial previo al análisis químico. Se obtuvieron diferentes resultados en base a las observaciones y a la diversidad de la muestra evaluada (Fig. 2). La disposición de que cada alumno pudiera realizar dicho análisis en su casa concientizó más aun del manejo de una muestra (adquisición y manejo seguro) y de la preparación del material y utensilios necesarios para su estudio. Por otro lado, la inclusión de una mesa de discusión de trabajos de investigación asociados al análisis sensorial de pescado y también a la utilización de nitrógeno básico volátil como indicador químico como medidas de la calidad, permitió comprender mejor aquellas metodologías (como ser la puesta a punto de un método de referencia) y la aplicación concreta de las mismas. Los alumnos se mostraron motivados con la experiencia realizada en casa y con la discusión de trabajos, esto se vio reflejado en el análisis y presentación en la exposición, la investigación de la información propuesta en los trabajos y la vinculación y comparación con otras metodologías.



Figura 2. Aspecto de los ojos, branquias y cavidad interna en un ejemplar de palometa.

4.3. *Propiedades funcionales*

Para el estudio de espumas, los alumnos observaron, registraron mediante fotos e informaron la abundancia, textura, aspecto y brillo de la espuma obtenida en distintas condiciones experimentales (Fig. 3). Para evaluar la estabilidad de la espuma, se compararon los volúmenes escurridos obtenidos luego de 30 minutos (Fig. 4). Se pudo observar que los alumnos manifestaron una mejor comprensión de los aspectos prácticos, demostrado en los resultados y conclusiones explicitadas en sus informes. Las respuestas que presentaron a las cuestiones y situaciones experimentales fueron acordes a los resultados esperados, sin requerir adicionales instancias de corrección.

Si bien las condiciones de trabajo en sus casas no son las mismas que en el laboratorio, el alumno ha tenido la posibilidad de experimentar por sí mismo y tomar decisiones propias en un contexto práctico: ¿por qué obtuve este resultado y no el esperado?; ¿Cuáles son los fundamentos que podrían explicar esas diferencias? ¿este es el resultado que se describe en la explicación? Es decir, poder contrastar su saber teórico con la práctica y tomar decisiones y llegar a conclusiones o tomar conductas propias en el contexto práctico.



Figura 3. Resultados obtenidos del batido de una clara de huevo con el agregado de aditivos (todas las muestras fueron batidas 2 min a velocidad máxima). A. Sin ninguna sustancia agregada. B. Con agregado de azúcar pre batido C: Con agregado de azúcar post batido

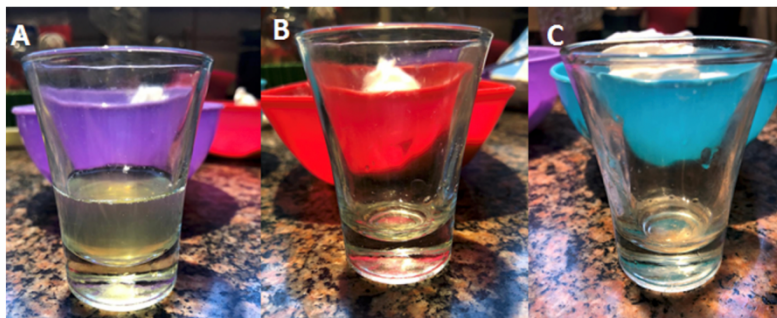


Figura 4. Volúmenes escurridos luego de 30 min de batido de las claras. A. Sin ninguna sustancia agregada B. Con agregado de azúcar pre batido C. Con agregado de azúcar post batido

Mediante la observación microscópica/video a distintas temperaturas de diversos almidones se pretendió trasladar y recrear experiencias prácticas a un contexto virtual. Para ello se pidió a los alumnos que miran cada foto/video y dibujen lo que observan, comparen con imágenes (Fig.5) y deduzcan los cambios observados con la temperatura para ordenar en una tabla según temperatura las fotos de cada tipo de almidón. A su vez, la preparación en sus casas de la solución de almidón de maíz y su posterior enfriamiento, buscó que los alumnos obtengan la experiencia propia de las dificultades inherentes a su disolución en frío, observando lo sucedido a temperatura de 80°C y su posterior enfriamiento.

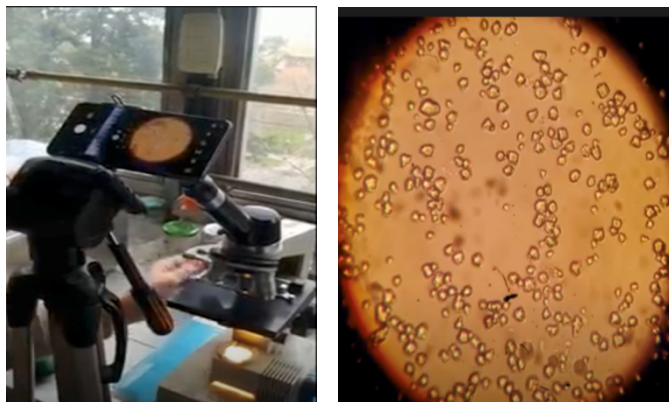


Figura 5. Captura de imágenes y elaboración de un video de explicación de las etapas de gelatinización de almidón. Microscopía del almidón de trigo.

5. Conclusiones y perspectivas

Alguna de las formas en que se desarrollaban los trabajos prácticos previo a la pandemia de COVID-19 posiblemente cambiaran luego que acabe.

Hemos experimentado nuevas herramientas que podrán ser complementarias a las actividades presenciales y que seguramente ampliarán las posibilidades en el futuro. La pandemia nos llevó a avanzar hacia modelos educativos más abiertos y flexibles, haciendo uso de la educación a distancia basada en las tecnologías digitales y más orientada hacia la comprensión de hechos reales que se producen en el ámbito del análisis de los alimentos.

6. Referencias

- [1] R. A. McCance and E. M. Widdowson, *The chemical composition of foods*. 1940.
- [2] H. Greenfield and D. A. . Southgate, *Food composition data: production, management, and use*. 2003.
- [3] M. K. Seery, “Establishing the Laboratory as the Place to Learn How to Do Chemistry,” *J. Chem. Educ.*, vol. 97, no. 6, pp. 1511–1514, 2020.
- [4] S. L. Bretz, “Evidence for the Importance of Laboratory Courses,” *J. Chem. Educ.*, vol. 96, no. 2, pp. 193–195, 2019.
- [5] P. Walstra and J. Jenness, *Química y Física Lactológica*. 1987.
- [6] H. H. Huss, *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad*. 1998.
- [7] S. Damodaran and K. Anand, “Polymerization in Whey Protein-Stabilized Emulsions and Its,” pp. 3813–3820, 1997.
- [8] S. Badui Dergal, *Química de los Alimentos*. 2006.
- [9] M. Schirmer, M. Jekle, and T. Becker, “Starch gelatinization and its complexity for analysis,” *Starch/Staerke*, vol. 67, no. 1–2, pp. 30–41, 2015.
- [10] J. Bao and C. J. Bergman, *Rice Flour and Starch Functionality*. Elsevier Ltd, 2018.
- [11] B. Bortnik, N. Stozhko, I. Pervukhina, A. Tchernysheva, and G. Belysheva, “Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices,” *Res. Learn. Technol.*, vol. 25, no. 1063519, pp. 1–20, 2017.
- [12] H. Y. Agustian and M. K. Seery, “Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design,” *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 18, no. 4, pp. 518–532, 2017.
- [13] T. Harris, T. Leaven, P. Heidger, C. Kreiter, J. Duncan, and F. Dick, “Comparison of a virtual microscope laboratory to a regular microscope laboratory for teaching histology,” *Anat. Rec.*, vol. 265, no. 1, pp. 10–14, 2001.

Estrategia Virtual PLTL: Apropiación, Desarrollo, y Aplicación de Conceptos Matemáticos

Jorge Eliecer Ortiz-Fernández¹, Loyda B. Méndez¹, Carmen Peraza-González¹

¹Departamento de Ciencias y Tecnología, Universidad Ana G. Méndez Recinto de Carolina (Puerto Rico)

jortiz610@uagm.edu; lbmendez@uagm.edu; ue_cperaza@uagm.edu

Resumen. La estrategia de Aprendizaje en equipo *Peer-led Team Learning*, (PLTL por sus siglas en inglés), utiliza un modelo colaborativo entre pares en el que se involucran activamente los estudiantes en su proceso de aprendizaje. El objetivo de este trabajo es mostrar como los estudiantes se apropian, desarrollan y aplican conceptos matemáticos, a partir de la implementación de la estrategia PLTL en una modalidad remota. La experiencia investigativa desarrollada fue de enfoque cuantitativo, mediada por un diseño preexperimental de tipo exploratorio con preprueba y posprueba, un grupo matriculado en Álgebra Intermedia intervenido por PLTL en modalidad remoto. Los resultados fueron favorables a la intervención con PLTL remoto, se mostró una ganancia promedio de 0.58 al comparar los resultados de la pre y posprueba. Se sugiere aplicar la estrategia en otros temas de Álgebra Intermedia y considerar aspectos como la interacción sociocognitiva entre PL, los estudiantes y el conocimiento en Álgebra.

Palabras claves: Álgebra, Aprendizaje Virtual, PLTL, STEM

1. Introducción

“Vemos entonces la necesidad de trabajar en equipo. Tejer las relaciones para el trabajo en equipo requiere nuevos roles de coordinación y de enlace. Personas que estén mirando el todo y promoviendo las relaciones y conexiones”
Ana Helvia Quintero [1]

Si miramos el discurso de la doctora Quintero en esta presentación inicial, ella nos induce a la importancia del trabajo en equipo. Esperando que este trabajo en equipo conduzca al desarrollo de competencias que puedan ser compartidas entre pares y por pares. Igual, esperando que estos sean capaces de tomar decisiones sobre su propio aprendizaje. Desde esta perspectiva, los docentes apuntan hacia sus mejores iniciativas para promover altas destrezas de pensamiento en los aprendices en disciplinas como el Álgebra, aunque algunos por su formación en ciencias, en ocasiones se paralizan ante los retos relacionados con el aprendizaje activo. Ante esta problemática es conveniente detenernos a reflexionar en torno a la formación académica de cada estudiante matriculado en programas STEM que es producto de este sistema educativo. Podemos

añadir también a este argumento la pandemia mundial, la que ha provocado el rescate de la innovación y el hacer frente a lo emergente.

1.2 Planteamiento del problema

La problemática de salubridad producida por el COVID 19 ha provocado cambios educativos que inciden en la forma de enseñanza de la matemática y por supuesto en el proceso de aprendizaje de esta disciplina. Se han accionado diversas alternativas para dar continuidad a estos procesos, maximizando todo lo relacionado con la tecnología. UNESCO se ha pronunciado en este sentido indicando que de ser necesario se activen se intercambios de los medios sociales para cumplir con los propósitos pedagógicos [2]. Ante este reto, las instituciones se han visto en la obligación de diversificar su proceso educativo de uno presencial a uno de modalidad remoto. Esto exige, atender el problema que arrastra el bajo aprovechamiento de los estudiantes que conlleva a bajas en la disciplina y ha cambio de concentración de programas STEM a otras áreas de especialidad. Frente a esta problemática, la facultad de matemática de la Universidad Ana G. Méndez ha decidido tomar acción mediante la implementación de estrategias educativas que promuevan el aprendizaje activo en la disciplina de Álgebra. Ante este planteamiento, se da un contexto propicio en modalidad remoto para mejorar el desempeño de la comunidad estudiantil en el aprendizaje del Álgebra, esto sin perder la rigurosidad de la aplicación de la estrategia educativa PLTL.

1.3 Pregunta de investigación

¿Cómo los estudiantes se apropian, desarrollan y aplican conceptos matemáticos, a partir del uso de la estrategia PLTL en una modalidad remota? .

2. Marco teórico

Los enfoques pedagógicos innovadores han mostrado un crecimiento en la educación superior y la educación STEM no ha sido la excepción. Esta se ha visto forzada a colocarse a la par con estos nuevos enfoques, atemperando sus currículos al aprendizaje activo. En este contexto histórico, la tecnología se destaca en todas sus dimensiones para satisfacer al egresado que requiere de herramientas que lo tornen más competente para el mundo laboral, entre estas se encuentran las modalidades de comunicación virtual. A partir de estos acontecimientos, se han realizado ajustes para trabajar cursos en línea o modalidades de forma remota. Expresan Smith, Wilson, Banks, Zhu & Varma-Nelson [3], que el uso mayor que se le da a la tecnología en el proceso educativo dentro de los cursos presenciales se ha producido a la par con la estampida de cursos realizados en línea o híbridos. Indican estos autores que ,en los Estados Unidos, los estudiantes universitarios han tomado al menos un curso en una de estas modalidades.

Hay que añadir que la situación relacionada con la Pandemia de salubridad mundial provocada por el COVID 19, ha impulsado de forma inesperada la transición de la educación presencial a la educación virtual. Esta búsqueda conjunta entre las

instituciones educativas y la cultura tecnológica se enmarca en la continuidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, maximizando esfuerzos para el avance académico. Según Chan [4] “*Suele pensarse en la tecnología como un solo tipo de saber, y muy poco se reflexiona sobre paradigmas en el propio desarrollo tecnológico que son convergentes o no con los paradigmas educativos o comunicativos*”. Esto exige, sinergia en todos los entornos educativos, igual se exige sinergia en la educación STEM y esta se proyecta inevitablemente en las formas de desarrollo de las estrategia con modelos que han probado ser efectivos en el aprendizaje activo como son las *Problem Based Learning*, *Process Oriented Guided Inquiry Learning* y PLTL, entre otros.

Interesa destacar entre los mencionados el modelo de PLTL, este involucra activamente a los estudiantes de las áreas de STEM en su proceso de aprendizaje. Uno de los retos principales en la implementación de este Modelo, es incrementar el aprovechamiento de los estudiantes en disciplinas como Química, Biología y Matemática. Además, su implementación apunta a aumentar la retención en los cursos que se vinculan con estas disciplinas [5]. Igual opinan Snyder, Carter & Wiles [6]. En distintas instancias, la estrategia propicia e incrementa el desarrollo de la competencia de pensamiento crítico en cursos de ciencias [7].

2.1 Fundamentos del modelo PLTL

PLTL tiene una base teórica fundamentada en el constructivismo y la teoría sociocultural de Vygotsky. Inicialmente, los profesores diseñan actividades alineadas al contenido de los cursos. Estas actividades involucran al estudiante en el aprendizaje de conceptos a través de situaciones en contexto, vinculadas al orden del currículo. Estos trabajan una vez por semana en el tiempo de clase o por separado. Durante la sesión, el grupo es dirigido por un *Peer Leader (PL)*.

¿Cómo se define un PL? Este es quien domina los conceptos y les muestra a sus compañeros cómo apropiarse, desarrollar y aplicar los mismos. Los PL son estudiantes que han completado satisfactoriamente el curso para el cual serán líderes y que han sido entrenados en dinámica de grupos pequeños y teoría del aprendizaje [7]. También indican estos autores que ellos son los responsables de guiar a sus pares en la resolución de problemas que fomentan el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y el razonamiento cuantitativo y científico. No son considerados expertos en la materia y no se espera que le provean a los estudiantes las contestaciones a las actividades, sino que los guíen en el proceso. Es conveniente destacar que formar parte del Modelo PLTL (Figura 1) como estudiante líder tiene sus beneficios, entre los que se pueden mencionar: a) Desarrollar sus destrezas de liderazgo; b) Repasar el contenido de los cursos previamente aprobados; c) Habilidad para trabajar en equipo; d) Desarrollo de destrezas de comunicación; y e) Desarrollo de confianza y pérdida de timidez. Más importante aún, el PL se re conceptualiza como una forma de aprendiz – educador, ya que ambos procesos se complementan al ampliar el campo de conocimiento del estudiante STEM y el campo de conocimiento propio como estudiante líder STEM. Es creador de una nueva identidad como líder práctico, además se capacita en el debate educativo con todas las implicaciones éticas involucradas.

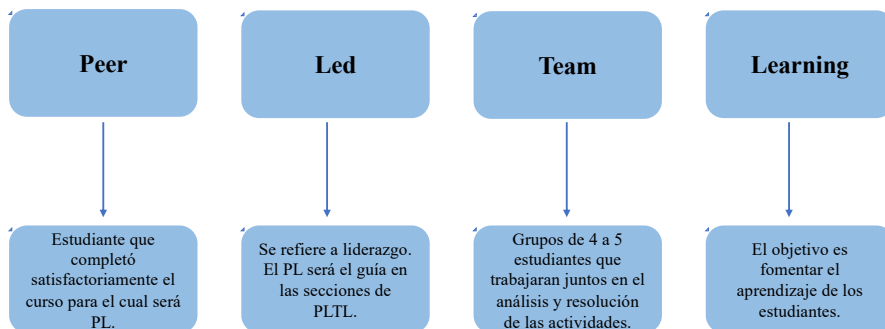


Fig. 1. Modelo PLTL. Una sesión o taller de PLTL típica consta de cuatro a ocho estudiantes que se reúnen semanalmente con su líder para discutir las actividades que han sido previamente diseñadas por los profesores [8].

3. Metodología

La experiencia investigativa desarrollada fue de enfoque cuantitativo, mediada por un diseño preexperimental de tipo exploratorio con preprueba y posprueba, un grupo intacto en dos medidas [9]. Este diseño se enmarca en el siguiente objetivo: es mostrar como los estudiantes se apropian, desarrollan y aplican conceptos matemáticos, a partir del uso de la estrategia PLTL en una modalidad remota.

3.1 Participantes

Los participantes de este estudio están conformados por una muestra de 15 estudiantes del Departamento de Ciencias y Tecnología de la Universidad Ana G. Méndez. Todos matriculados en el curso de MAGS 110 (Álgebra Intermedia) en modalidad remota. El procedimiento que se realizó para la selección de la muestra es no probabilístico y la técnica fue por criterio e intencional. El estudio fue realizado como parte de las iniciativas de Investigación Educativa del Proyecto HSI-STEM, que es subvencionado por el Departamento de Educación de Estados Unidos a través del Hispanic-Serving Institutions – Science, Technology, Engineering, or Mathematics (HSI STEM) and Articulation Programs (PR/Award No. P031C160222).

3.2 Técnicas de recopilación de datos

Los instrumentos para la recopilación de datos fueron una prueba de aprovechamiento, como pre y posprueba sobre los temas de radicales, operaciones con radicales, ecuaciones con radicales, y números complejos. La prueba consta de 20 ítems de alternativas múltiples. Está construida dentro de la plataforma Blackboard y validada por la facultad de matemática. Otros instrumentos utilizados fueron la evaluación para medir el desempeño del PL por parte de los estudiantes y una autoevaluación desarrollada por el PL.

3.3 Procedimiento

Las actividades de PLTL se desarrollaron mediante una modalidad remota, a través de la plataforma Blackboard Collaborate durante ocho (8) sesiones de clase. Las actividades se presentan en un Módulo diseñado para los temas de Radicales y Números complejos. Este contiene secciones de: radicales, operaciones con radicales, ecuaciones con radicales, y números complejos. El módulo fue validado por la facultad de matemática. Cada sección contiene una introducción e instrucciones específicas y una práctica dirigida la cual será desarrollada por los estudiantes con la supervisión del PL. La construcción de cada una de estas secciones trabajaba la parte algorítmica y el análisis de los conceptos en situaciones contextualizadas. En la parte algorítmica el estudiante maneja el contenido del tema y en la parte del análisis se desarrolla el pensamiento crítico. Para evidenciar la efectividad de la estrategia en el proceso de aprendizaje STEM se administraron pruebas pre y pos. Se utilizó la estadística descriptiva para resumir los datos de los resultados que surgieron al culminar la aplicación de las intervenciones y la inferencial para comparar la efectividad en las intervenciones. Para determinar si hubo diferencias entre las puntuaciones de la pre- y posprueba se realizó una prueba *t* de Student para grupos pareados.

4. Resultados

Los resultados obtenidos en las pre y pos prueba, evidenciaron que el promedio de la ganancia es 0.58, lo cual permite inferir una ganancia media en el aprendizaje [10], estos resultados se describen en la Tabla 1. De igual forma se comparan los promedios obtenidos en la pre y posprueba sobre el tema de radicales y números complejos en la Figura 2. Se demostró que los estudiantes se apropiaron, desarrollaron y aplicaron, los conceptos matemáticos, a través de la estrategia de PLTL en la modalidad remota. Por otra parte, el pensamiento crítico examinado en las actividades de PLTL en modalidad remoto, reflejó un promedio general de un 80% de desempeño, en los procesos trabajados.

Tabla 1. Comparación entre las puntuaciones de la pre y posprueba de los estudiantes

Estudiante	Pre	Pos	Pos-Pre	Ganancia ¹
1	0	60	60	0.60
2	100	100	N/A	N/A
3	60	100	40	1.00
4	0	60	60	0.60
5	80	90	10	0.50
6	80	85	5	0.25
7	100	100	N/A	N/A
8	70	100	30	1.00
9	85	85	0	0.00
10	90	90	0	0.00
11	0	95	95	0.95
12	90	90	0	0.00

13	40	95	55	0.92
14	0	70	70	0.70
15	60	100	40	1.00
Media	57.0	88.0	35.8	0.58
Desviación estándar	38.9	14.0	31.3	0.40

Nota. ¹La ganancia se calcula: $(\text{Pos}-\text{Pre})/(100-\text{Pre})[10]$. Los estudiantes 1, 4, 11 y 14 accedieron a la preprueba pero no la contestaron. N/A: Los estudiantes 2 y 7 obtuvieron la calificación más alta en la preprueba por lo cual no se puede calcular ganancia en el aprendizaje.

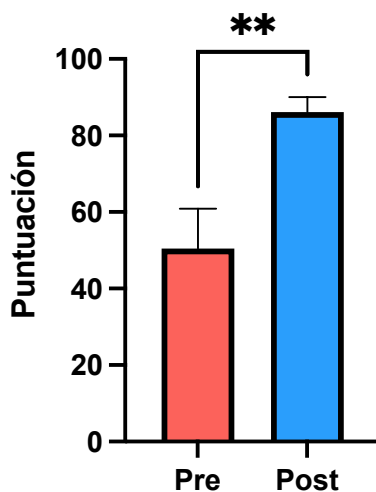


Fig. 2. Comparación entre los promedios entre las pre y pospruebas. $**p=0.0014$

Para el desarrollo del PLTL remoto en radicación y números complejos fue importante la incorporación de un estudiante líder (PL) que haya tomado el curso de Álgebra con un desempeño satisfactorio. El PL debe demostrar dominio de los conceptos, lo cual le permitirá servir como guía de sus compañeros al mostrarles cómo se apropia, desarrolla y aplican los contenidos en situaciones contextualizadas. Es importante señalar, que previo a la presentación de los conceptos por parte del PL a sus compañeros, el estudiante líder desarrolló el contenido del módulo virtual y sus actividades con el profesor. De esta manera, se trabajaron los procesos del material y se mejoró en la comprensión de los contenidos, así como las técnicas para apropiarse de estos. Ahora, en el momento de la ejecución, entiéndase durante cada sesión del PLTL, el estudiante líder, enseña los contenidos creando un ambiente de cooperación y comprensión con el manejo apropiado de las herramientas tecnológicas, elemento que brinda confianza para aplicar los conceptos en las actividades planificadas. Una vez se termina de desarrollar los contenidos mediante la estrategia del PLTL, los estudiantes evalúan el desempeño del estudiante PL. De igual forma, el PL hace una autoevaluación sobre sus ejecutorias relacionada con la implementación de la estrategia. A continuación, se muestran ejemplos en las Tablas 2 y 3 de los instrumentos de evaluación y autoevaluación aplicados usando la plataforma de Microsoft Forms. La percepción de los estudiantes que completaron la evaluación sobre las ejecutorias del PL durante las diferentes actividades mostró que cumple con los criterios de desempeño. La percepción del PL

acerca de su experiencia dentro de la estrategia muestra que el estudiante líder asumió las diferentes etapas de preparación y desarrollo de la estrategia de forma satisfactoria.

Tabla 2. Evaluación de los estudiantes hacia el PL

Desempeño	Criterio	Cumple	Cumple Parcialmente	No Cumple
Asistencia y Puntualidad	- Llega a tiempo y se excusa de no poder hacerlo.	7		
Actitud	- Es responsable con el trabajo asignado.	7		
	- Fomenta el trabajo en equipo.	6		1
	- Provee espacio para aprender y mejorar.	6	1	
	- Muestra entusiasmo e iniciativa.	6		1
	- Esta dispuesto a ayudarme.	7		
	- Responde asertivamente a situaciones inesperadas.	7		
	- Protege la confidencialidad de los procesos y de las actividades de PLTL.	7		
Calidad del Trabajo	- Completa las actividades a tiempo y de forma organizada.	6	1	
	- Demuestra comprensión del material.	7		
	- Completa las tareas asignadas durante la ejecución de las actividades.	7		
	- Utiliza la bitácora y facilita la hoja de asistencia	6		1
Relación con sus compañeros	- Se dirige con respeto hacia mi persona, profesores y los estudiantes.	7		
	- Colabora con sus compañeros en la ejecución de tareas.	6	1	
	- Brinda atención a los estudiantes de PLTL movilizándose entre los grupos de estudiantes y les ofrece su ayuda.	7		
Crecimiento personal	- Acepta sugerencias para mejorar.	7		
	- Se autoevalúa continuamente para mejorar en su ejecución.	6	1	

Tabla 3. Autoevaluación de los PLs

Criterios de Desempeño	Cumplo	Cumplo Parcialmente	Debo mejorar
Asisto a todas las capacitaciones, orientaciones y talleres de mejoramiento profesional	x		
Asisto a todas las reuniones para discutir las actividades con mi profesor.		x	
Participo de las reuniones semanales entre mis compañeros líderes.	x		
Participo activamente de la discusión de las actividades en las secciones de PLTL.	x		
Ofrezco sugerencias para facilitar la discusión de los ejercicios con los grupos de PLTL.	x		
Muestro apertura a la diversidad de opiniones.		x	
Mantengo una actitud positiva y respetuosa hacia el equipo.	x		

Compartimos algunos comentarios desde la propia voz de los participantes en la estrategia PLTL en modalidad remota. En estos se puede apreciar la interacción que se suscitó entre el grupo durante las diferentes intervenciones. De igual forma, se puede apreciar el manejo del vocabulario (Whiteboard) relacionado con la plataforma usada. Se rescata el hecho de la proximidad entre pares al valorar la disponibilidad del PL para atender sus necesidades de aprendizaje.

Comentario 1: *¡Me encanta como explica!*

Comentario 2: *Al momento de explicar es un poco confuso, pero entendible. Como por ejemplo, al principio de su colaboración, apenas se entendía lo que explicaba, la cual era a través de la plataforma de power point y muy pocas veces se entendía. Luego, mejoro su manera de presentar y explicar los ejercicios. Yo te recomendaría, usar desde el principio, "white board" ya que de esa manera se puede visualizar mejor lo que estas explicando; que si se comete un error no tratar de tacharlo (bórralo directamente, se que da palo borrarlo, porque se borra todo, pero muchas veces cuando tachas algo que no iba y lo dejas ahí, crea un poco de confusión). Por otro lado, uno de tus fuertes es tu disponibilidad para contestar dudas, que si de ser necesario detener o retroceder la clase para explicar, estas mas que dispuesto para ayudarnos.*

5. Conclusiones

A partir de la pregunta de investigación: ¿Cómo los estudiantes se apropiaron, desarrollaron y aplican conceptos matemáticos, a partir del uso de la estrategia PLTL en una modalidad remota?

- La estrategia PLTL en modalidad remota fue efectiva mostrando una ganancia en el conocimiento luego de su aplicación, estos se apropiaron del conocimiento sobre el tema de radicales y números complejos.
- El aprendizaje activo promovido por la implementación de la estrategia PLTL impactó positivamente el aprovechamiento en la disciplina de Álgebra.
- La actividad promovió la comunicación de los estudiantes con su compañero par y ayudó a la apropiación de los conocimientos.

En síntesis, los resultados obtenidos en las pre y pos pruebas, evidenciaron que los estudiantes se apropiaron, desarrollaron y aplicaron, los conceptos matemáticos, a través de la estrategia de PLTL en la modalidad remota. Se sugiere realizar otras indagaciones donde se puedan determinar si las ganancias son consistentes al compararlas con otras muestras de participantes y con otros temas del currículo de Álgebra. Se sugiere explorar cómo la interacción sociocognitiva entre PL y los estudiantes fomenta un ambiente propicio para el desarrollo del aprendizaje.

6. Referencias

- [1] A.H. Quintero, *Hacia un Plan Educacional de Puerto Rico: Retos y Posibilidades*, San Juan, PR: Publicaciones Puertorriqueñas, 2014.
- [2] UNESCO, “Crisis y currículo durante el COVID-19: mantención de los resultados de calidad en el contexto de aprendizaje remoto”, UNESCO, Notas temáticas del Sector de Educación Nota temática N°4.2, 2020. [En línea]. Disponible: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373273_spa
- [3] J. Smith, B.S. Wilson, J. Banks, L. Zhu, y P. Varma-Nelson, “Replicating Peer-Led Team Learning in Cyberspace: Research, Opportunities, and Challenges”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 51, no. 6, pp. 714-740, 2014.
- [4] M.E. Chan Nuñez, “La virtualización de la educación superior en América Latina: entre tendencias y paradigmas”, *RED. Revista de Educación*, vol. 48, no. 1, Enero 2016, doi: 10.6018/red/48/1.
- [5] M.S. Cracolice y J.C. Deming, “Peer-Led Team Learning”, *Science Teacher*, vol. 68, no. 1, pp. 20-24, Enero 2001.
- [6] J.J. Snyder, B.E. Carter, y J.R. Wiles, “Implementation of the peer led team-learning instructional model as a stopgap measure improves student achievement for

students opting out of laboratory”. *CBE Life Sciences Education*, vol. 14, no. 1, pp. 1-6, Mar. 2015, <https://doi.org/10.1187/cbe.13-08-0168>.

[7] I.A. Quitadamo, C.J. Brahler, G.J. Crouch, “Peer-Led Team Learning: A Prospective Method for Increasing Critical Thinking in Undergraduate Science Courses”, *Science Educator*, vol. 18, no.1, pp. 29-39, Spring 2009.

[8] D.K. Gosser Jr., M.S. Cracolice, J.A. Kampmeier, V. Roth, V.S. Strozak, y P. Varma-Nelson, *Peer-led Team Learning: A Guidebook*, 1st ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 2001

[9] F.N. Kerlinger, & H.B. Lee, *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*, 4th ed. México: McGraw-Hill, 2002

[10] R.R. Hake, “Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, *American Journal of Physics*, vol. 66, no. 1, pp. 64-74, Nov. 1998, <https://doi.org/10.1119/1.18809>

Física en juego: una secuencia didáctica experimental para nivel primario

Valeria Edelsztein¹, Maia Buligovich²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC), FCEN-UBA (Argentina)
valeriae@conicet.gov.ar

² Escuela Miguel Hernández (Argentina)
maiabuligovich@gmail.com

Resumen. Los diseños curriculares de Ciudad y Provincia de Buenos Aires establecen que en segundo ciclo de escuela primaria deben abordarse conceptos como fuerza y movimiento, simetría y equilibrio en las asignaturas de Ciencias Naturales, Informática y Educación Física respectivamente. En este contexto, y como parte de un taller de ciencias complementario a la educación formal, se implementó en tres oportunidades -dos presenciales y una virtual- una secuencia didáctica interdisciplinaria para 25 estudiantes de 9 a 12 años orientada a introducir dichos conceptos. Se trabajó con objetos y también sobre el propio cuerpo. Pese a ciertas dificultades de destreza manual, quienes participaron lograron comprender cómo influye en el equilibrio la forma y distribución de la masa de un objeto, identificaron puntos y bases de apoyo y realizaron anticipaciones sobre la evolución de un sistema a partir de un estado inicial. También diseñaron un objeto original aplicando los conceptos discutidos.

Palabras clave: Centro de masa. Equilibrio. Simetría. Interdisciplinariedad. Escuela primaria.

1. Introducción

Ciertos conceptos de física son parte de la enseñanza de las ciencias naturales en el segundo ciclo de nivel primario. El diseño curricular en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires establece que en segundo ciclo -en particular, en cuarto y séptimo grado- debe abordarse el tema *fuerzas y movimiento*, que incluye someramente las fuerzas por contacto y a distancia y las ideas básicas de movimiento, reposo y rapidez [1]. Entre las sugerencias didácticas se encuentran “explorar los cambios que ocurren en los objetos al aplicar una o más fuerzas” y “formular anticipaciones e intercambiar ideas oralmente en relación con las observaciones” [1].

Este mismo documento establece para el área de Informática, en sexto y séptimo grado, el trabajo con editores de imágenes para la construcción de composiciones que tengan en cuenta la *simetría*, entre otras cuestiones [1].

Por otra parte, desde el área de Educación Física, y ya desde el primer ciclo de escuela primaria, se propone el trabajo en relación con las nociones corporales y las habilidades motoras (relativas a prácticas gimnásticas y deportivas), cuestiones que se pueden poner en juego a la hora de experimentar con posturas y acciones que involucren *equilibrios*, *desequilibrios* y *reequilibrios*. El diseño curricular de Provincia de Buenos Aires incluye en sus contenidos del eje *Corporeidad y motricidad*, dentro de las capacidades coordinativas, “el control del equilibrio en los cambios posicionales dinámicos”, así como la toma de conciencia corporal y, dentro de las habilidades motrices de dominio corporal, la posibilidad de realizar “flexión, giros, extensión del cuerpo en su totalidad y de sus partes, con mantenimiento del equilibrio” [2].

Asimismo, los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios para segundo ciclo de escuela primaria (4°, 5° y 6° años) en el área de Matemática proponen promover “el reconocimiento y uso de relaciones espaciales y de sistemas de referencia en la resolución de problemas” [3].

En este trabajo se propone una secuencia didáctica interdisciplinaria para segundo ciclo de escuela primaria (9 a 12 años) en la que se trabajan contenidos de Ciencias Naturales, Informática, Educación Física y Matemática con relación al equilibrio, el centro de masa y la simetría. Se implementó durante un taller de ciencias complementario a la educación formal con un total de 25 estudiantes y en tres oportunidades -dos presenciales y una virtual.

2. Marco teórico

Es frecuente ver a la escuela como un conjunto de asignaturas independientes. Esta fragmentación de contenidos se va incrementando a medida que transcurre la escolaridad y los y las estudiantes comienzan a tener un mayor número de materias y docentes con especialización. Dicha segmentación hace que vaya perdiéndose la posible conexión entre diferentes áreas. Lipman y Sharp [4], por ejemplo, discuten la necesidad de que las disciplinas académicas reduzcan su aislamiento y eso se refleje en el currículo y señalan que la fragmentación va en detrimento de los fines de formación integral que persigue la educación.

En este sentido, los proyectos interdisciplinarios en la escuela resultan de mucho interés porque plantean estrategias de cooperación entre dos o más disciplinas para resolver un problema. Sin embargo, acarrear inconvenientes en la práctica: requieren un mayor compromiso y dedicación horaria de docentes, adecuación de metodologías y otras variables organizativas [5], razones por las cuales no suelen implementarse.

Los talleres complementarios a la educación formal, como los que las autoras llevan adelante, tienen la ventaja de no requerir adecuarse estrictamente en tiempo y contenido al currículo ni de necesitar coordinar entre docentes de diversas materias. Por tal motivo, resultan un buen espacio de ensayo, de prueba y error, de pulido, para secuencias didácticas innovadoras e interdisciplinarias que más tarde podrán adecuarse e implementarse en el aula.

3. Objetivos

El objetivo general de esta investigación fue el diseño e implementación de una secuencia didáctica interdisciplinaria a fin de problematizar situaciones que involucraran contenidos de Ciencias Naturales, Informática, Educación Física y Matemática con relación al *equilibrio*, el *centro de masa* y la *simetría*.

Los objetivos específicos fueron que, durante la secuencia, cada estudiante lograra:

- Identificar situaciones de equilibrio estable e inestable a partir de la manipulación de objetos y de actividades con su propio cuerpo.
- Reconocer la influencia de la forma y distribución de la masa de los objetos en sus posibles estados de equilibrio e identificar sus puntos o superficies de apoyo, pudiendo realizar anticipaciones sobre la evolución del sistema a partir de un estado inicial.
- Diseñar y construir objetos que aprovecharan los conceptos aprendidos, pudiendo justificar los elementos y metodologías implicados.

4. Desarrollo de la propuesta

Como parte de un taller de ciencias complementario a la educación formal, se llevó a cabo en tres oportunidades -dos presenciales y una virtual- una secuencia didáctica para 25 estudiantes de 9 a 12 años.

Cada actividad se desarrolló a lo largo de tres jornadas de 40 minutos cada una y constó de tres fases:

- **Fase 1 (10 minutos). Exploración.**

Se recibió al grupo de estudiantes con una “mesa de exploración” en la que se encontraron con diferentes objetos en equilibrios estables e inestables. Entre ellos, por ejemplo, el sostén para botellas de vino, el truco de la lata con agua y el del palillo y los tenedores (Figura 1). Cada estudiante tuvo la oportunidad de interactuar con dichos objetos: tocarlos, moverlos, explorar los límites del equilibrio al perturbar su posición.

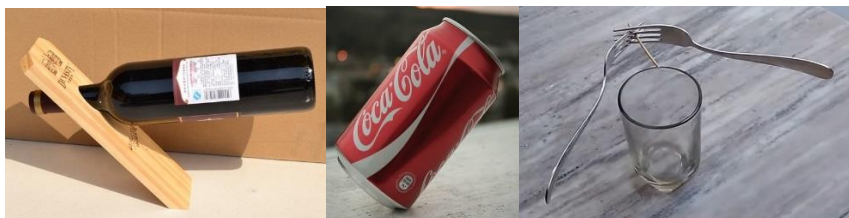


Figura 1. Objetos en equilibrios estables e inestables.

Luego, se hizo una puesta en común en la que se discutió grupalmente el concepto de *equilibrio* a partir de preguntas guía por parte de las coordinadoras del taller a fin de problematizar las ideas previas de los y las estudiantes. Por ejemplo, se mencionaron situaciones familiares, como la forma de caminar de una persona

embarazada o la diferencia de llevar un peso en la parte superior del cuerpo (una mochila) y hacerlo en la parte inferior (una bolsa colgando) al hacer equilibrio en un transporte público.

En uno de los talleres se trabajó sobre un fragmento del videoclip de Michael Jackson, *Smooth Criminal* (1987) con el fin de debatir por qué parecía imposible ese equilibrio e intentar descifrar cómo habrían podido lograrlo (Figura 2).



Figura 2. Michael Jackson y un equilibrio “imposible” en *Smooth Criminal* (1987)

- **Fase 2 (30 minutos).** *Acercamiento al concepto de equilibrio y de centro de masa en sistemas simétricos y asimétricos.*

Se abordaron los conceptos de *equilibrio*, *centro de masa*, *punto* y *base de apoyo* a partir de ejercicios sencillos, tanto corporales como con elementos cotidianos.

Desafíos corporales

Se propusieron los desafíos conocidos de “equilibrios apoyándose contra una pared”, para pensar si simplemente “con esfuerzo y constancia” era posible encontrar una manera de resolverlos –siendo una cuestión de desarrollar mejores habilidades motoras- o si en definitiva eran imposibles de realizar por cuestiones físicas relacionadas con las condiciones de posibilidad del equilibrio para una determinada distribución de la masa en un cuerpo.

Por ejemplo, un alumno debía pararse contra una pared con los pies juntos, los talones presionados contra la misma. Otra persona ponía una moneda en el suelo delante de él y el alumno intentaba levantar la moneda sin mover los pies ni doblar las rodillas. O bien una alumna debía colocarse con su costado derecho bien pegado contra una pared, presionando con el pie y la mejilla y luego intentar levantar el pie izquierdo del suelo. En ambos casos el objetivo era hacerlo sin caerse.

Esto permitió a los y las estudiantes notar que es posible experimentar con el propio cuerpo y no solo con objetos de estudio externos. En la exploración durante la infancia, esto otorga una libertad extraordinaria, ya que no dependen del aporte de

nadie más para seguir explorando. Una vez conocida esta herramienta conceptual pueden volver a estas pruebas físicas sucesivas veces, reviviendo lo aprendido o buscando nuevas variaciones y desafíos.

Desafíos con elementos cotidianos y predicciones

También se trabajó con elementos cotidianos, como palillos de brocheta y tapitas de gaseosa agujereadas para armar diversos sistemas (palitos simples, palitos con una tapita en uno de sus extremos, palitos con tapitas iguales en cada extremo, con tapitas distintas, con dos tapitas en una punta y una más grande en la otra y así). Se realizaron predicciones para estos sistemas (si se mantendrían en equilibrio o, en caso sospechar que no lo harían, para dónde “caerían”) y luego se corroboraron experimentalmente. En esta actividad se les propuso realizar marcas en el palito para registrar los distintos puntos de apoyo que producían el equilibrio buscado para cada configuración.

Se les mostró y permitió experimentar con este mismo tipo de sistema en otra escala, haciendo equilibrios con un palo de escobillón (con o sin el extremo que barre). Se buscó vincular esta situación con la barra que utilizan quienes hacen equilibrismo en la “cuerda floja” o el mismo uso de los brazos al intentar mantener el equilibrio al apoyarse o intentar caminar sobre una cornisa, un cordón de vereda u otro “borde angosto”.

Modalidad virtual

En formato virtual se estimuló a los y las alumnas a realizar los desafíos corporales en sus casas y se utilizó una página de simulaciones interactivas [6] en la cual se analizó el caso de un sube y baja (balancín) a partir del cual se realizaron predicciones para distintos sistemas (Figura 3). En esta ocasión fue posible atisbar algunas posibles relaciones entre los valores de las masas y las ubicaciones de las mismas respecto de una escala medida desde el punto de apoyo. Si bien no había sido parte de la planificación inicial, la posibilidad de realizar esa manipulación en la aplicación llevó naturalmente a explorar esas reflexiones durante la actividad planteada.

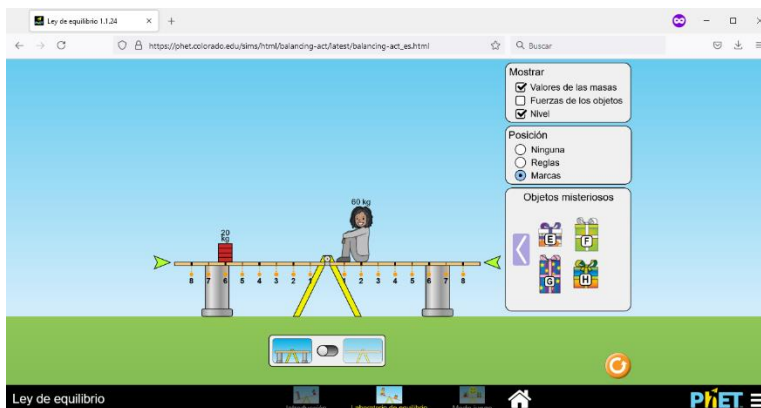


Figura 3. Simulaciones interactivas utilizadas para la secuencia didáctica en modalidad virtual.

- **Fase 3 (80 minutos). Construcción de sistemas en equilibrio estable.**

En la última fase, por medio del uso de elementos cotidianos, se propuso a los y las participantes, la exploración, el diseño y la construcción de nuevos sistemas en equilibrio que pudieran llevarse del taller para mostrar a sus familias. En todos los casos se analizaron los diseños poniendo en práctica los conceptos desarrollados en la Fase 2 y se ajustaron en caso de necesitarlo.

Equilibrista

Primero, cada participante construyó, con un molde, una figura en cartón que equilibró mediante clips. El objetivo era encontrar la mínima cantidad de clips necesaria para que pudiera sostenerse en equilibrio estable y analizar qué ocurría si, por ejemplo, se colocaban distintas cantidades en uno y otro brazo de la figura, o si se variaban las posiciones en las que se colgaba cada conjunto de clips. Finalmente, se ensayó el equilibrio de la figura sobre distintas superficies o puntos de apoyo, incluyendo partes del cuerpo como los dedos o la nariz (Figura 4). Se trabajó en profundidad el concepto de *simetría*.

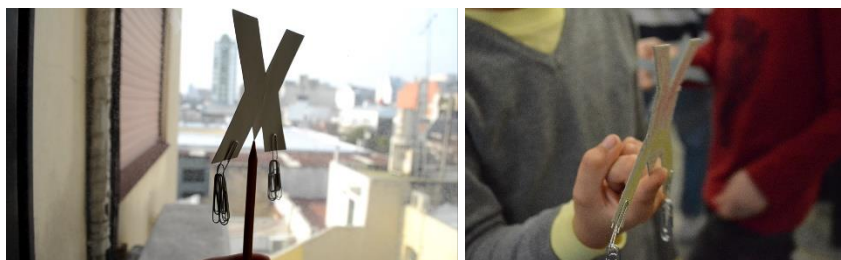


Figura 4. Los y las estudiantes construyeron, con un molde, figuras en cartón que equilibraron mediante clips.

Horquilla

Luego, cada estudiante construyó una horquilla utilizando palitos de helado, monedas y cinta. En este objeto el equilibrio es más sorprendente, dado que el brazo de la horquilla es muy largo. Se buscó también la mínima cantidad de monedas que había que colocar en el otro extremo para lograr el efecto (Figura 5).

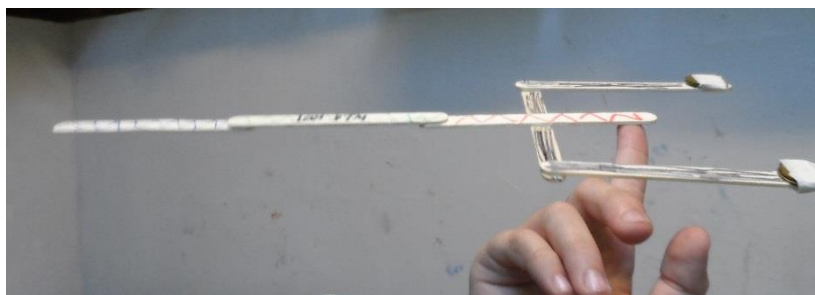


Figura 5. Cada estudiante fabricó una horquilla de madera siguiendo indicaciones preestablecidas.

Diseño propio

Finalmente, cada estudiante diseñó su propio sistema con alfileres, corchos y varillas de madera y lo personalizó sumándole detalles mediante el añadido de diversos elementos como hilos, pequeños dibujos autoadhesivos, alambres, cartones, cintas (Figura 6). Esto motivó diversas reflexiones, ya que el agregado de masa en distintas partes del objeto modifica la simetría y el equilibrio logrado previamente. Esta situación propició pensar la diferencia entre pegar un sticker con relieve para decorar el objeto o hacerlo trazando la figura con un lápiz o marcador. A partir de esta reflexión se resolvió, en primera instancia, que, en caso de utilizar stickers, se agregarían cantidades equivalentes en ambas caras del objeto, de modo de no alterar su simetría.



Figura 6. Los y las alumnas diseñaron sistemas en equilibrio originales con elementos cotidianos.

5. Discusión y Conclusiones

En este trabajo se propuso una secuencia didáctica interdisciplinaria para introducir los conceptos de *equilibrio*, *centro de masa* y *simetría* incorporando contenidos de Ciencias Naturales, Informática, Educación Física y Matemática.

Los y las alumnas pudieron satisfactoriamente distinguir entre situaciones de equilibrio estable e inestable y, a partir del intercambio oral y de las instancias de exploración de las Fases I y II, reconocer cómo la forma y distribución de la masa de un objeto influye en sus estados de equilibrio. También lograron identificar los puntos y bases de apoyo de distintos objetos y realizar anticipaciones sobre la evolución de un dado sistema a partir de un estado inicial.

A lo largo de estas fases, se buscó que los y las estudiantes pudieran organizar la información obtenida en cada instancia con el fin de sistematizarla, al menos parcialmente, para apoyarse en estos nuevos conocimientos de modo tal que, ya en la Fase III, pudieran diseñar un objeto original.

Si bien, por tratarse de un espacio de educación complementaria no curricular, no se desplegó un dispositivo de evaluación clásico, sí fue posible observar el resultado de sus aprendizajes en las decisiones que tomaron (y que explicitaron a pedido de las autoras) durante el desarrollo de su objeto original (Fase III).

Entre los obstáculos encontrados, podemos mencionar la falta de destreza manual de algunas personas de los grupos involucrados. La imposibilidad de recortar la figura en cartón de la manera deseada y, por ende, no poder llegar a la simetría buscada, dificultó la concreción del objetivo inicial de la primera construcción, que era aislar la variable “cantidad de clips dada una ubicación de colgado” (y luego la variable “ubicación”) teniendo las autoras que intervenir las siluetas logradas para garantizar la forma buscada.

En la misma línea, algo de la “torpeza” en la realización manual de los objetos llevó a que el uso de cinta y pegamento redundaran en objetos desprolijos que carecían de la regularidad pretendida por cada cual. Si bien esto posibilitó la reflexión sobre las consecuencias de las faltas de simetría en el equilibrio, impidió, en algunos casos, constatar que la presencia de la misma sí aseguraba la estabilidad de la figura diseñada.

Una tarea a futuro será diseñar un kit (que ya hemos realizado en una versión simplificada) a fin de resolver estas cuestiones, con piezas fácilmente colgables, encastrables o ensamblables, de modo de poder, de manera sencilla y en poco tiempo, comprobar las diferencias y efectos en las distintas configuraciones a estudiar en los objetos puestos a equilibrar, posibilitando explorar más opciones que las recorridas en esta breve secuencia.

6. Referencias

- [1] S. Mendoza, Diseño curricular para la escuela primaria: segundo ciclo de la escuela primaria. Educación general básica, CABA (Argentina): Ministerio de Educación del GCBA, 2012.
- [2] Dirección General de Cultura y Educación, Diseño Curricular para la Escuela Primaria: Segundo Ciclo Volumen 1, La Plata (Argentina): Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires, 2008.
- [3] Consejo Federal de Cultura y Educación, Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. 2do Ciclo EGB/Nivel Primario, Buenos Aires (Argentina): Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, 2005.

- [4] M. Lipman, A. M. Sharp y F. S. Oscayan. La filosofía en el aula, Madrid (España): Ediciones De la Torre, 1998.
- [5] J. Medina López, «Enfoque globalizador y educación física», *EF Deportes. Revista Digital*, vol. 7, n° 42, 2001.
- [6] Proyecto PhET. Universidad de Colorado Boulder (PhET). [En línea]. Available: <https://phet.colorado.edu/es/>. [Último acceso: 20 09 2021]

Textos de divulgación científica como herramientas para la alfabetización científica

Adriana Fernández Souto, Adrián Minzi

Instituto de Educación. Universidad Nacional de Hurlingham.
adriana.fernandez.souto@unahur.edu.ar ; adrian.minzi@unahur.edu.ar

Resumen: Este artículo describe el uso exploratorio de artículos de divulgación científica durante la enseñanza de una materia cuatrimestral universitaria de Introducción a la Biología molecular y celular, en el marco del profesorado de Biología, en el año 2021. La intención pedagógica es proporcionar al alumnado una forma de abordaje de la ciencia más informal con un lenguaje menos técnico y de aspecto coloquial. Esto brinda estrategias alternativas de enseñanza para su futuro profesional, así como desarrolla la alfabetización científica y ciertas nociones de la naturaleza de la ciencia. Por ejemplo, comprender al proceso científico como un desarrollo continuo de conceptos no estáticos sino cambiantes a partir de debates y discusiones. El uso de esta estrategia ha sido sumamente positivo. El alumnado ha respondido activamente a los debates y discusiones suscitados. Se propone continuar desarrollando investigaciones usando metodologías de medición cuantitativas y cualitativas, para desarrollar y perfeccionar esta estrategia didáctica.

Palabras clave: Divulgación científica, Profesorado universitario, Enseñanza de las ciencias, Alfabetización científica, Naturaleza de la ciencia

1. Introducción

Desde fines del siglo XX varios autores [1][2] consideran fundamental que la enseñanza formal de ciencias desarrolle una cultura científica y habilidades de pensamiento específicas en los ciudadanos de manera que les permita involucrarse en los futuros (ya presentes) debates públicos y toma de decisiones en una sociedad cada vez más relacionada con la ciencia y tecnología. Dicho proceso se conoce con el nombre de alfabetización científica [2]. Para esto es necesario el manejo de herramientas de pensamiento científico que no son innatas, sino que deben ser desarrolladas a través de la práctica [1].

El texto científico maneja un lenguaje discursivo prácticamente universal para la comunidad científica, pero de difícil comprensión para el público en general. Ya sea por el uso de términos técnicos específicos, así como también por la forma de pensamiento científica en la que se desarrolla. Esta involucra una serie de procesos

cognitivos y herramientas matemáticas que no son de uso común en la sociedad, ya sea porque no han sido del todo desarrolladas en las instancias de educación formal o porque no son propias del lenguaje coloquial. Bastide [3] habla sobre esta propiedad de las publicaciones científicas como “transcripciones lingüísticas”, en donde sólo se describen con detalle partes de la realidad, relacionadas con el argumento con el que se pretende convencer. Entonces, por ejemplo, al analizar un texto de biología molecular, el ADN se muestra como una sucesión de letras en un renglón, que indican “la inicial de los nucleótidos con la inicial de cada base; pero no se representa la doble hélice, la cadena complementaria es ‘olvidada’, tal vez porque resulte obvia para el lector que podría fácilmente deducirla de la otra. Tampoco, como ocurre en la mayor parte de las representaciones de diagramas, se representan los ‘saltos en el espacio’ de dicha cadena” [4].

Una interpretación más detallada de textos científicos permitiría desarrollar, por parte de los alumnos del profesorado, autonomía en cuanto a la adquisición de herramientas para gestionar su propio aprendizaje. Se pretende que la utilización de bibliografía se vaya complejizando a lo largo de la cursada, así como en su trayectoria posterior. A la vez, la utilización de estos recursos bibliográficos enfrenta a los alumnos con ejemplos concretos de la doble competencia que debe adquirir un buen profesor: competencia disciplinar, como conocedor de los contenidos científicos que se enseñan, y competencia pedagógica, comprometidos con la formación y el aprendizaje de sus estudiantes [5].

La universidad, un espacio de carácter abierto e interdisciplinar, resulta ideal para la alfabetización en ciencia y tecnología. La enseñanza de las ciencias debe favorecer la apropiación crítica del conocimiento científico, contextualizado, y generar condiciones y mecanismos que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la ciencia [6]. Si bien la enseñanza universitaria ha recurrido poco a los conocimientos desarrollados en el área pedagógica, esta situación se está revisando y modificando en los últimos años. Es importante para esto, enfocarse en el lenguaje y en los procesos de comunicación de significados científicos entre el docente, los contenidos disciplinares, y los estudiantes, buscando construir lenguajes comunes [7].

Las revistas científicas son la principal fuente de producción, generación de textos y el medio más representativo de comunicación del área, a la vez que funcionan como control de calidad de los resultados y procedimientos de investigación de la comunidad científica. Sin embargo, como señalamos en párrafos anteriores, no son una fuente de uso accesible fuera del ámbito científico. Una publicación en inglés (el idioma universal de las ciencias en la actualidad) será más fácilmente comprendido por un científico holandés, que por un angloparlante que no pertenezca al mundo científico, por poner un ejemplo.

La divulgación científica, así como la educación formal, funcionan como intermediarios entre la comunidad científica y tecnológica, por un lado, y la sociedad por el otro [8]. La divulgación científica puede entenderse como una tarea de traducción o interpretación entre registros diferentes de un mismo idioma: entre el propio de cada disciplina y la variedad funcional más general, al alcance del público no especializado [9]. En ese marco, los artículos de divulgación científica son un buen recurso para propiciar la enseñanza de las ciencias en marcos de enseñanza

formales, sobre todo en carreras que preparan a futuros docentes del área. Este tipo de texto resulta ser un interesante recurso para ese fin ya que actúa como un buen nexo entre los conocimientos y descubrimientos científicos y los ciudadanos en general, evitando el uso de tecnicismos o definiéndolos al usarlos, volviendo más atractivo y comprensibles sus conceptos, utilidades prácticas e innovaciones [10]. La relación entre divulgación científica y educación es muy cercana, y se complementan, a pesar de que cada una responde a objetivos diferentes en términos de obligatoriedad, estructura y evaluación. [11]

Por otro lado, a veces de manera implícita y otras más explícitas, los artículos de divulgación permiten al lector adentrarse en el desarrollo de las investigaciones científicas, contrastarlas y seguir su progreso temporal; involucrando más de cerca a los ciudadanos en elementos relacionados con la naturaleza de la ciencia, más allá de los conceptos teóricos en sí mismos. Esto se debe a que los artículos de divulgación científica no suelen presentar a los hallazgos científicos como hechos incontrovertibles, sino más bien como un hecho provisional, a diferencia de lo que se suele mostrar en los libros, manuales de texto o en publicaciones científicas [11]. Esto también es fundamental para futuros profesores de biología, haciendo que la ciencia resulte más accesible para los estudiantes, más “humana” y menos alejada de la cotidianidad, así como resultará en un papel útil en la enseñanza de la ciencia. Más aún, una tarea que no suele tenerse en cuenta en la educación superior, pero que sin embargo resulta de fundamental importancia en la formación del estudiante universitario, y del futuro profesional, es fomentar la comprensión lectora como un fin en sí mismo. Entendiendo como comprensión lectora, el proceso de elaborar el significado de las ideas relevantes de lo que se lee, relacionándolas con los conocimientos previos, interactuando así el lector con el texto [12]. En educación superior suele considerarse que los estudiantes deben comprender el contenido de los textos disciplinares, aún los más específicos, con sus características particulares, sin un trabajo previo ni una preparación explícita de parte de los docentes. Como propone Carlino [13], el carácter implícito de las prácticas lectoras universitarias y la naturaleza tácita de los contenidos de los textos que se trabajan, plantea serios obstáculos a la trayectoria de muchos estudiantes. El estudiante universitario debiera estar en condiciones de leer, comprender y producir textos en el estilo científico, según las particularidades de los contenidos disciplinares. El docente debiera enseñarle a realizar búsquedas en diferentes fuentes, extraer información, sintetizar y reconstruir el conocimiento de manera independiente, y potenciar las habilidades lectoras del estudiante [14].

2.1. Objetivos

Explorar el uso de textos de divulgación científica como una herramienta inicial en la alfabetización científica y su futuro uso y desarrollo en alumnos de una asignatura de primer año del Profesorado Universitario de Biología de la Universidad Nacional de Hurlingham (UNAHUR).

2.2. Desarrollo de la experiencia

En la materia “Introducción a la Biología Molecular y Celular” se trabajan textos de divulgación científica, y en esta presentación analizaremos esta herramienta. Uno de los principales objetivos de la materia es desarrollar la alfabetización científica a través de nociones básicas de pensamiento científico, con un rol activo del alumnado. Algunas de las nociones básicas del pensamiento científico que se espera que el alumnado posea, se refieren a las habilidades de descripción y definición de fenómenos biológicos a nivel molecular y celular; habilidades que se construyen y trabajan en la educación secundaria. A lo largo de la cursada en la materia IBMC se trabaja hacia procesos cognitivos de orden superior según la taxonomía de Bloom [15], de manera tal que se espera que el alumnado pueda analizar, justificar, contextualizar y argumentar. Se busca que el alumno comprenda que esos contenidos básicos sirven para interpretar las problemáticas con que la ciencia se enfrenta cotidianamente en la sociedad. Por otra parte, los contenidos y temas tratados en las diferentes unidades de una asignatura de contenido específico de la ciencia, deben orientarse a la comprensión de textos científicos. Para Van Dijk, T. [16], la comprensión textual es un proceso estratégico en el cual el lector pone en juego sus recursos cognitivos, sus conocimientos previos para interpretar y dar coherencia en un texto escrito. Según diagnósticos previos de la cátedra, los alumnos de primer año de la carrera presentan insuficiencias al utilizar los nuevos significados asimilados y establecer relaciones intertextuales en el tratamiento de los textos científicos. No suelen consultar fuentes alternativas que activen los conocimientos necesarios para interactuar con el texto científico.

Las clases de la materia constan, habitualmente, de dos partes principales: una presentación del contenido teórico de la unidad, y una segunda parte de discusión grupal, debate y resolución de problemas, que en estos últimos dos años se realizó a través de la virtualidad. En esta segunda parte se introduce el trabajo con textos de divulgación científica. En una primera instancia, se problematiza la metodología científica y se identifican algunos de sus componentes principales. Se trabajan diferentes niveles en los textos, aumentando el grado de complejidad. En una segunda instancia, se propone una interpretación más profunda de un texto, involucrando no solamente definiciones, sino buscando que el alumno pueda realizar inferencias a partir de la interpretación de textos, basándose en los contenidos disciplinares. Se propone al alumno analizar el texto buscando ya no solo definiciones, sino que sea capaz de generar preguntas propias y de suscitar un debate.

El proceso de lectura de textos de divulgación científica propuesto por la cátedra, se basa en el enfoque presentado por Magno [17] donde se vincula la enseñanza de las estrategias de lectura que favorecen el reconocimiento de la estructura textual y la comprensión de los textos, a partir de tareas como:

- identificar las ideas principales,
- determinar el propósito del texto y a quién está dirigido,
- elaborar predicciones (cuando se plantean situaciones problemáticas),
- dividirlo en secciones,
- formular preguntas generales y particulares,

- contrastarlo con conceptos vistos en clase y discutir sus alcances o limitaciones,
- resumirlo, de manera tal que al conectar la información que proviene de distintas partes del texto mejore su organización y consiguiente comprensión.

Se trabajan textos de varias fuentes como el grupo de divulgación “El gato y la caja” [18], la revista “Elemental Watson” [19] de docentes y estudiantes de la UBA, así como otras revistas disponibles en internet. Estos textos apuntan a que los estudiantes, como propone Sanmartí [20] reconozcan la existencia de diferentes puntos de vista, formas de explicaciones e interpretaciones de los contenidos, que puedan ver los fenómenos desde otras perspectivas y hablar de ellos utilizando conceptos e ideas sin que sean las que han construido a partir del sentido común.

El método de trabajo consiste en darles de leer el texto y una serie de preguntas a responder que luego sirven de marco para el debate. Para trabajar estos textos, y teniendo en cuenta que las barreras para comprender los textos no provienen únicamente de los mismos, sino también de las dificultades que genera saber qué esperan los docentes que los estudiantes hagan cuando se enfrentan a la bibliografía, se proponen una serie de preguntas. La información en el texto está disponible y puede ser apreciada por quienes disponen de un marco cognitivo adecuado, que no todos los estudiantes poseen según los diagnósticos previos de la cátedra. Las preguntas, en esta instancia, son dirigidas por un lado a una interpretación literal del texto, y por otro, a generar una integración de contenidos específicos, guiando al estudiante para que pueda extraer las ideas principales del texto. Inicialmente, las preguntas apuntan a comenzar a guiar al estudiante en el proceso de “traducción” del texto, invitándolo explícitamente a expresar con sus propias palabras algunos contenidos del mismo y a complementar el texto con búsqueda bibliográfica, para interpretar y contextualizar el mismo.

Conforme avanza la materia se va cambiando gradualmente la complejidad de las preguntas formuladas así como la profundidad de la respuesta pretendida. De igual manera el eje de debate va cambiando también desde comprender los planteos del artículo a formular sus propias reflexiones en torno a las temáticas planteadas en el artículo.

La complejidad de los textos también varían a la par del avance de la materia, desde artículos que cuentan curiosidades científicas a otros con un metalenguaje específico de la disciplina y tono discursivo formal. En la etapa final, apuntando al desarrollo de la metacognición, se propone al estudiante que formule por sí mismo las preguntas, buscando que problematice su propio avance en lectura de textos especializados mientras desarrolla su propia elaboración de materiales de trabajo para su futura producción docente. Los textos son presentados después de trabajado el contenido específico con el alumnado, y entonces es esperable que en este punto los alumnos puedan formularse las preguntas sobre las que quieren encontrar información para poder responderlas. El hecho de que el alumno se vea enfrentado a la formulación de preguntas sobre un tema concreto, lo obliga a concentrarse en el contenido principal del texto, dejando de lado aspectos estructurales como términos técnicos y expresiones complejas [21]. En esta situación se pretende que el estudiante, que ya se

ha visto frente a este tipo de texto en diversas ocasiones, pueda generalizar sus habilidades en cuanto a la interpretación de los mismos, y esté en condiciones de aplicarlas a nuevas situaciones problemáticas que van requiriendo progresivamente nuevos niveles de análisis. De esta manera, se busca que adquiera un grado de dominio creciente en cuanto a la interpretación de textos, que oriente su búsqueda de información y que sea capaz de determinar los contenidos prioritarios, analizando y valorando el material que se le presenta, como una manera de guiarlo hacia una lectura cada vez más crítica e independiente. Proponer al estudiante que analice el texto mediante la formulación de preguntas, la búsqueda y uso adecuado de bibliografía, es una estrategia didáctica de la cátedra para fomentar la metacognición (entendida como el conocimiento que una persona tiene sobre sus propios procesos y productos cognitivos) [21].

Moyetta [22] propone que en la selección de los textos, para formar parte de un corpus con fines pedagógicos, debe tenerse en cuenta su relación con las necesidades de los estudiantes, la secuencia de actividades propuestas y la incorporación gradual de textos cada vez más extensos, para obtener resultados que permitan clasificarlos en términos de un continuum cuyos polos varíen entre los menos especializados y los altamente especializados.

3. Conclusiones

Las impresiones subjetivas docentes del uso de estos recursos son positivas. Los alumnos manifiestan interés y se involucran en los debates generados a partir de la lectura de los artículos. Sería útil, en el futuro, realizar un seguimiento o evaluación que mida estas impresiones así como la utilidad de este recurso en los procesos de aprendizajes

Al tratarse de una materia introductoria del primer año, solo se aborda la lectura de textos de divulgación científica con preguntas guía y sus respuestas para debatirlos. Sería útil en materias más avanzadas, que la propuesta implique también la redacción y formulación del texto (u otro recurso) por parte del alumno. Si bien, en la materia, parte de las evaluaciones consisten en que los alumnos realicen un video explicativo de los contenidos dados, no se trata, en principio, de videos de carácter divulgativo, sino con fines didácticos. El uso de ese formato puede ser útil para que en el futuro utilicen el mismo con otros fines de divulgación científica, y no se descarta que podría solicitárseles en materias más avanzadas. Teniendo en cuenta la selección de los textos para formar parte de un corpus con fines pedagógicos, como propone Moyetta, se evidencia que los textos seleccionados en esta asignatura siguen un continuo desde los textos menos especializados hasta los más complejos y especializados [22]. Considerando para esta clasificación tanto la estructura de los textos y su relación con los contenidos, como las actividades propuestas. Los textos se acompañan de actividades que siguen los criterios propuestos por algunos autores, son generalmente pocas preguntas, que se orientan al contenido específico que se quiere trabajar, y que apuntan a la metarreflexión [23]. Asimismo, y acompañando la gradualidad de las lecturas, las actividades van apuntando a lo largo de la asignatura a procesos cada vez más complejos en la comprensión de los textos, y fomentando la

metacognición, al enfrentar a los estudiantes a la formulación de preguntas, como proponen algunos autores [21].

Se propone una gradualidad, tanto en los textos utilizados como en las actividades relacionadas, que apunta a un desarrollo progresivo de las herramientas que necesitarían los estudiantes para poder acceder a la lectura científica, tanto en su carrera como en su futuro rol como docentes, así como un aporte en el desarrollo en sus capacidades de ser futuros divulgadores ya sea en contextos formales como informales. Sería útil extender dicha gradualidad no solo intra materia sino también a lo largo de todas las materias de la carrera. Sin embargo, la atención al proceso de comprensión de textos para estudiantes de primer año aún parece insuficiente. La comprensión de textos no es un proceso absoluto, determinante, sino que suele ocurrir que los estudiantes comprendan parcialmente, en diferentes grados, lo que están leyendo [12]. Para mejorar dicho proceso, sería importante que los docentes den a conocer a los estudiantes cuáles son los resultados previstos del aprendizaje y de las herramientas utilizadas, ya que esta cuestión resulta clara para los primeros, pero no siempre es evidente para los segundos. Profundizar en este aspecto del análisis de textos científicos, trabajar con estrategias didácticas que habiliten el desarrollo del proceso de comprensión de textos, podría auxiliar a los estudiantes a superar algunas limitaciones en la lectura, tanto para esta asignatura como en otras ciencias y asignaturas.

Se propone, para instancias posteriores, plantear una investigación que permita medir resultados de manera cualitativa y cuantitativa, a través de herramientas como: 1) entrevistas al estudiantado para observar su autopercepción de logros y aprendizajes en la materia; 2) notas cuantitativas ya sea de las evaluaciones de la materia relacionadas con la temática descrita o diseñadas exclusivamente para medir estos progresos sin que sean parte de la nota de la materia para descartar otras variables involucradas en ella. Para esto, una posibilidad sería revisar trabajos producidos por los estudiantes a lo largo de la cursada. Otra que podría ser una herramienta más precisa de evaluación consistiría en generar un instrumento del tipo prueba pedagógica, que pueda ser implementada al inicio y al final de la cursada, de manera tal de que se pueda establecer una comparación fidedigna, como analizaron otras investigaciones [24] [25]. En esta prueba las características respecto del objetivo a evaluar y del tipo de preguntas deberían ser iguales en ambas instancias, evaluando como dimensiones principales la capacidad de traducción de los textos, la interpretación de los mismos, y su extrapolación. De esta manera se podría establecer si la estrategia de trabajo de la cátedra, en este contexto educativo, favorece o no al desarrollo de habilidades relacionadas con la comprensión de textos científicos.

4. Bibliografía

- [1] P. Kind, J. Osborne, «Styles of Scientific Reasoning: A Cultural Rationale for Science Education?» *Science Education*, vol. 101, n°1, p. 8–31, Jan 2017.

- [2] D.A. Roberts, «Scientific Literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.)» *Handbook of Research in Science Education*, p. 729-780, 2007.
- [3] F. Bastide, «The iconography of scientific texts: principles of analysis, en Lynch, Michael, Woolgar, Steve (eds.)», *Representation in Scientific practice*, Cambridge, MIT Press, 1990
- [4] P. Kreimer «Publicar y castigar. El paper como problema y la dinámica de los campos científicos» *Redes*, vol. 5, n° 12, p. 51-73, Dec 1998.
- [5] M. Zabalza Beraza, «Nuevos enfoques para la didáctica universitaria actual.» *Perspectiva*, vol 29, n°2, p. 387-416, 2011
- [6] I.A. Totaitive, «Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales» *Praxis & Saber*, vol 3, n° 5, p. 103-125, 2012.
- [7] M. Gómez Moliné, N. Sanmartí Puig, «Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje» *Educación Química*, vol 11, n° 2, 2000
- [8] A.B. López, «Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia.» *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, p. 70-86, 2004
- [9] M.I. Blanco, «Las representaciones de la ciencia y su lenguaje: el primer paso hacia la alfabetización científica.» *Cuadernos del Sur. Letras*, n° 37, p. 15-40, 2007
- [10] L.S. Vaccarezza, «Estudios de cultura científica en América Latina». *Redes* vol 15, n°30, p. 75-103, 2009
- [11] J.C. Estrada, «Educación y Divulgación de la Ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*», vol 8, n°2, 137-148, 2011
- [12] M.C: Carranza, «Una forma de procesar la información en los textos científicos y su influencia en la comprensión.» *Revista electrónica de investigación educativa*, vol 6, n°1, p. 01-15, 2004
- [13] P. Carlino, «¿Quién debe ocuparse de enseñar a leer ya escribir en la universidad?» Tutorías, simulacros de examen y síntesis de clases en las humanidades. *Lectura y vida*, vol 23, n°1, p. 6-14, 2002
- [14] E. Muñoz Calvo, «La comprensión lectora de textos científicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.» *Humanidades Médicas*, vol 13, n°3, p. 772-804, 2013
- [15] B.S. Bloom, «Taxonomía de los objetivos educacionales, Manual I: El dominio cognitivo.» Nueva York: David McKay Co Inc. 1956
- [16] T.A. Van Dijk, «La ciencia del texto: un enfoque interdisciplinario (Vol. 2).» Barcelona: Paidós. 1983
- [17] C. Magno, *Propuesta de una progresión textual para la lectura en ILE*. Buenos Aires: Cátedra UNESCO, p. 155. s.f.
- [18] El gato y la caja. Available: <https://elgatoylajaja.com.ar/> (accedido: 28-sep-2021)

- [19] Elemental Watson, *Elemental Watson La revista..* Available: <http://www.elementalwatson.com.ar/larevista.html> (accedido: 28-sep-2021)
- [20] N. Sanmartí, «Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria.» Madrid: Síntesis educación, 2002
- [21] J.M. Campanario, «El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno.» *Enseñanza de las Ciencias, vol 18, n°3*, p. 369-380, 2000
- [22] D. Moyetta, *Propuesta de criterios de selección para la conformación de un corpus con fines pedagógicos en inglés lengua extranjera.* . Cátedra UNESCO, p. 165, 2015
- [23] J.A. Marina, *Leer para aprender ciencias.* Docentes, Gobierno de España, 2006
- [24] Y.M. Guerra Santana, *Estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de comprensión de textos científicos en los estudiantes de primer año de la carrera Educación Especial Logopédica.* . Doctoral dissertation, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, Pinar del Río, 2017
- [25] A. Minzi, *Aprender competencias científicas en la Universidad: estudio sobre la incidencia de un curso cuatrimestral con enfoque en la indagación.* Tesis de Maestría. Universidad de San Andrés, Buenos Aires, 2018

El dengue como problemática socioambiental: análisis de secuencias didácticas de nivel primario en Córdoba

Ana Paula Paez¹, Priscila Biber¹

¹ Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

ana.paez@mi.unc.edu.ar, priscila.biber@unc.edu.ar

Resumen. En este trabajo se presenta el análisis de tres secuencias didácticas para nivel primario elaboradas durante el curso: “*Promoción de la Salud y Prácticas Educativas, el Dengue como problemática socio ambiental*”, realizado durante 2019 de manera semipresencial. Se propuso un estudio exploratorio en el que se analizaron tres secuencias en torno a: la selección de contenidos; la organización de las actividades propuestas; el abordaje del tema y la integración de recursos tecnológicos. La Escuela y sus docentes cumplen un rol principal debemos ir más allá de asumir la tarea críticamente, para construir espacios de reflexión conjuntos que nos permitan revisar nuestras prácticas y contextualizar nuevas propuestas educativas que incorporen un diálogo conceptual y problematizado entre todos los actores de la comunidad para mejorar la calidad de vida y la salud colectiva.

Palabras clave: Dengue. Secuencias Didácticas. Educación en Salud

1. Introducción

Hoy, se necesita una educación que se adapte a los requerimientos que el ritmo de la sociedad y la cultura imponen. Por tanto, una educación en contexto y sintonía con esta sociedad del conocimiento, es aquella que pone su énfasis en desarrollar en sus aprendices capacidades que les permitan coexistir con los avances de la ciencia y la tecnología [1].

Al respecto, la ONU en sus objetivos señala que es necesario:

“asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible” [2]

De esta forma, apuntan a mejorar la calidad de la educación por medio de la diversificación de contenidos y métodos, la promoción de la experimentación, la innovación, la difusión y el uso compartido de información y de buenas prácticas, la formación de comunidades de aprendizaje y estimulación de un diálogo fluido sobre las políticas a seguir.

Con la llegada de las tecnologías, el énfasis de la profesión docente está cambiando desde un enfoque centrado en el profesor que se basa en prácticas alrededor del pizarrón

y el discurso, basado en clases magistrales, hacia una formación centrada principalmente en el alumno dentro de un entorno interactivo de aprendizaje.

Al posicionarnos desde la Educación en salud y retomando discusiones que llegan con los aportes de un enfoque de promoción de la salud, se buscó aportar a una mirada integral de diversos actores, superando el punto de vista médico, buscando alcanzar el desarrollo de habilidades en todas las personas, el desarrollo e implementación de políticas públicas saludables, la acción comunitaria, entre otros [3].

En este marco, consideramos al dengue como una problemática socioambiental. Sin embargo, en nuestras escuelas poco se conoce sobre este tema y escasamente se usan materiales educativos que pueden fortalecer el abordaje desde la complejidad de la problemática para así lograr una visión holística de la misma y promover la participación de múltiples actores de la comunidad. [4]. Así, cobra relevancia el análisis de las secuencias didácticas con el fin de producir aportes teóricos relevantes.

El objetivo de este trabajo es analizar de manera cualitativa, tres secuencias didácticas producidas por docentes de nivel primario de la Provincia de Córdoba durante el curso: *“Promoción de la Salud y Prácticas Educativas, el Dengue como problemática socio ambiental”*. Los objetivos particulares de este análisis son: caracterizar las regularidades y particularidades de cada una de las secuencias en torno a: la selección de contenidos según los diseños curriculares de la Provincia; la organización de las actividades planteadas en las secuencias; el enfoque que toman desde la educación y promoción en salud y finalmente examinar cómo se integran las TIC en su desarrollo.

2. El análisis de las secuencias

2.1. La selección de contenidos

En cuanto a la selección de contenidos, basada en los diseños curriculares de la educación Primaria 2011 – 2015 elaborados por el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, en el espacio Curricular de Ciencias Naturales y Ciencias Naturales y Tecnología, se plantea que:

“En el primer ciclo, el conocimiento del mundo natural se orienta específicamente hacia el reconocimiento de su diversidad, aproximándose gradualmente a la idea de unidad. Se considera que el entorno de los niños ofrece las oportunidades y los retos suficientes para el desarrollo de las formas esenciales del pensamiento científico” [5].

En tanto para el segundo ciclo se indica que: *“se enfatiza el estudio de los cambios e interacciones entre los objetos del mundo natural, incluyendo a los seres vivos”* [5].

Se propone un abordaje de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales de carácter integrador, centrado en la mirada de la complejidad del ambiente natural, para progresivamente ir avanzando en la profundización de los contenidos científicos específicos de las distintas disciplinas. En cuanto a la educación ambiental y la educación para la salud, se postula que las Ciencias Naturales contribuyen ampliamente con la educación ambiental posibilitando la adquisición de fundamentos científicos para lograr la toma de conciencia sobre la importancia de conservar o mejorar la calidad del ambiente.

A partir de lo que propone el diseño curricular, podemos decir que todas las secuencias ponen en evidencia la selección de contenidos asociados al espacio curricular de las Ciencias Naturales, tales como son: el reconocimiento de la gran diversidad de seres vivos incluyendo a los que no son visibles a simple vista, la concientización de la acción del ser humano como factor que modifica el ambiente, el reconocimiento de enfermedades relacionadas con los sistemas estudiados y las formas de prevenirlas y de acciones que promuevan hábitos saludables.

Asimismo, algunas docentes recuperan también contenidos de otras áreas tales como en Lengua: la participación en intercambios orales para la planificación de actividades y la toma de decisiones realizando aportes pertinentes al contenido y al propósito de la comunicación, la escucha comprensiva de narraciones (experiencias personales, relatos de hechos de actualidad, anécdotas) y la redacción de textos siguiendo un plan de escritura; en Ciencias Sociales: el reconocimiento de los principales problemas ambientales teniendo en cuenta el modo en que afectan a la población; y en Ciudadanía y participación: una reflexión ética para poder diferenciar entre hábitos que favorecen la salud y hábitos que la perjudican, entre otras.

Esto es sumamente importante debido a que es necesario avanzar a una educación que no solo abarque el aprendizaje de los contenidos sino más bien habilitar con ellos el entendimiento de las problemáticas sociales para facilitar las resoluciones de forma integrada con el resto de la sociedad la educación actual.

Para esto, tal como plantean Girvz y Palamidessi,

“La selección de contenidos debe ser adecuada para ofrecer a los estudiantes servir como disparadores de ideas y poder tratar con ellos una profundidad en el análisis de los temas, deben facilitar una enseñanza integrada y posibilitar el establecimiento de relaciones con otros contenidos del mismo ciclo y de otros ejes. La organización de los contenidos por temas o proyectos debe romper con el parcelamiento de las asignaturas y relacionar los contenidos por áreas problemáticas para tomar en cuenta la complejidad de las situaciones de enseñanza y favorecer un aprendizaje significativo” [6].

De este modo, el currículum explícito y los aspectos estructurales-formales funcionan más bien como una base para proponer contenidos y justificaciones que encuentren fundamentos en la alfabetización científica, la participación democrática y la desigualdad social [7]. Por esto, es necesario pensar la selección de contenidos de manera tal que favorezcan el aprendizaje autónomo, complejo e integrado de acuerdo con las necesidades particulares de cada grupo escolar.

2.2. Organización de las secuencias y las actividades propuestas

La adopción, de una actitud consciente ante el medio que lo rodea y del cual forma parte indisoluble, depende en gran medida de la enseñanza y de un proceso educativo, integral e interdisciplinario que considera al ambiente como un todo [5].

Diseñar una secuencia implica la tarea de definir los objetivos, seleccionar las actividades didácticas y distribuirlas a lo largo del tiempo con la finalidad de que el alumno pueda construir un aprendizaje con las mismas [8]. Desde aquí, es que se analiza cómo fue la organización de las secuencias didácticas para las clases, y como se abordó la temática con respecto a las actividades propuestas.

Todas las secuencias trabajan a partir de preguntas disparadoras tanto para indagar sobre los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la problemática como para investigar sobre ciclo de vida del mosquito, factores que aumentan el riesgo de contraer la enfermedad del dengue, y acciones preventivas sobre la perspectiva sanitaria. Las maestras cumplen el rol de guías en el proceso de establecimiento de las preguntas y en la búsqueda de información en medios informáticos tales como páginas de internet de organizaciones gubernamentales y de salud, y YouTube y en medios tradicionales tales como lecturas de notas periodísticas y libros de textos.

Se validan los conocimientos de forma dialógica con los alumnos, a través del uso de lluvia de ideas, armado de mapas conceptuales y con debate entre grupos donde la docente actúa como moderadora de las actividades. Como actividades de cierre y aplicación del contenido en todas las secuencias se plantea la construcción de objetos de difusión de la problemática, a través de la confección de folletos, boletines e infografías para difundir acciones preventivas en la casa y entre los vecinos del barrio y se preparan clases abiertas a la comunidad y para los niños más pequeños de la escuela.

En el caso de las particularidades, en solo una de las secuencias, en cada clase se explicitan los objetivos de la misma a los alumnos, y en otra se construyen en conjunto con los mismos los criterios de elaboración de la infografía, además de retomar las preguntas iniciales sobre lo que se ha aprendido en forma de análisis metacognitivo.

Este análisis denota la creación de verdaderos escenarios de aprendizaje, con diversas situaciones generadas para dar a los estudiantes oportunidades diversas de vincularse con los conocimientos y desarrollar capacidades fundamentales [9].

Se especificaron y organizaron los contenidos en el marco de una situación didáctica que concentró a los mismos alrededor de una problemática social cercana para que los estudiantes puedan apropiarse de la misma y sus experiencias sean positivamente significativas con acciones para la intervención en la comunidad, y la búsqueda de una transformación social.

En el caso de la explicitación de los objetivos, fueron con el fin de orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje y también para vincularlo con la forma de evaluación del mismo, esperando que los estudiantes alcancen determinados procesos y resultados.

Además, tal como plantea Feldman es fundamental que al momento de pensar en las actividades permitan crear verdaderos ambientes de aprendizaje que serán el marco para que los y las estudiantes desarrollen procesos y puedan alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, la incorporación de las TIC posibilitan el trabajo con nuevas capacidades vinculadas a nuevos espacio-tiempos [10].

2.3. Enfoque de la temática

Las condiciones y los recursos fundamentales para la salud son: ausencia de conflictos, condiciones de habitabilidad, educación, alimentación, renta, ecosistema estable, recursos sostenibles, justicia social y equidad, afirmando que el incremento en el escenario de la salud requiere una base sólida en estos pre-requisitos básicos [3]. Por ello, es necesaria la descomposición del concepto de salud en 4 componentes: biología humana, ambiente, estilo de vida y organización de la asistencia para la salud [11]. Esto se encontró reflejado en las secuencias de la siguiente manera:

En primer lugar, el componente *biología humana* en abordajes tales como la identificación de algunos componentes del sistema de defensa y la transmisión de la enfermedad del dengue. El *ambiente* en conceptualizaciones tales como el reconocimiento de los principales problemas ambientales asociados, y la comprensión de cómo el organismo humano se relaciona con el ambiente, al igual que otros seres vivos. El ciclo de vida del mosquito y su forma de reproducción. El componente *estilo de vida* en actividades que favorecieron la concientización del ser humano como un agente permanente de cambio en el medio que se rodea, y de promoción de actitudes responsables y comprometidas con el ambiente; además de la promoción de hábitos de cuidado personal necesarios para mantener una buena salud. Por último, la idea de *asistencia para la salud*, se encontró en las 3 secuencias analizadas, en la incorporación de *especialistas* de la medicina para que informe a las y los estudiantes sobre la *enfermedad del Dengue* en un formato de entrevista.

Esto denota lo necesario que es trabajar en la construcción de un modelo de abordaje de la EpS complejo, multicausal y multireferencial, con claras, explícitas y fuertes vinculaciones con el ambiente social y natural que favorezcan el desarrollo de las competencias inherentes a cada uno de los ámbitos de salud [12].

Es necesario repensar el trabajo que se hace a diario en las instituciones y revisar el modo para que el abordaje de la salud se haga de forma integral considerando la realización de acciones sobre todos los componentes de la educación para la salud: políticas y normativas institucionales, ambiente físico y psicosocial, participación y articulación con otros servicios sociales, educativos etc. Así la atender a la reorganización escolar, considerar el rol activo y protagónico de la institución en la construcción de la salud de todos los miembros de la comunidad educativa, fortalecer las capacidades del personal de la institución para abordar el trabajo de promoción de la salud a nivel áulico, institucional y comunitario, propiciar la participación de la comunidad educativa en la identificación de las necesidades y los problemas de salud y en la planificación de actividades para su abordaje manteniendo un trabajo intersectorial mediante la interacción de la escuela, con instituciones de salud, sociales y otras organizaciones de la comunidad [13].

2.4. Uso de TIC

En las escuelas la forma más habitual de incorporación de las TIC es la edición de textos para elaborar trabajos escritos. Son pocas las escuelas que han hecho de ellas un elemento fundamental en los procesos de enseñanza y de aprendizaje [14]. Otro uso observado con frecuencia es la búsqueda de materiales didácticos en Internet, por ejemplo, en bibliotecas digitales, repositorios y páginas Web. Sin embargo, en la mayoría de los casos la elaboración propia o la adecuación pedagógica didáctica de estos materiales son escasas [4].

En cuanto a la utilización de herramientas virtuales en estas secuencias, para las actividades aunque todas trabajan con recursos virtuales se utilizan variadas herramientas en particular en cada una. En algunos casos se utiliza la exploración de diversas páginas web para la búsqueda de información disponible a través de guías de estudio; en otra se utiliza páginas web de noticias para explorar la problemática y en otra se trabaja con videos de Youtube para abordar las actividades.

Esto ayuda a los alumnos a tener la oportunidad de desarrollar habilidades tecnológicas que apoyen el aprendizaje, la productividad personal y la toma de decisiones en la vida diaria. Al intentar satisfacer estas necesidades, se espera que los educadores sean mediadores, facilitadores y orientadores de sus alumnos, ya que el educador no es el protagonista sino que orienta, facilita y media [1].

Es por esto que podemos afirmar que la comunicación es la cara visible de toda intervención y en esta era digitalizada hay que comprender que los acontecimientos comunicativos mediados por dispositivos técnicos se insertan permanentemente y responden a exigencias y procesos sociales, produciendo modos de comunicación diferentes a los tradicionales, por lo que es necesario propiciar un enfoque de comunicación para el cambio social poniendo el acento en estas nuevas formas de relaciones sociales, culturales favoreciendo la horizontalidad en cada encuentro.

3. Conclusiones

En relación al análisis de los aprendizajes y contenidos a partir del diseño curricular se observó que son apropiados al contexto, presentan diversos grados de profundidad, desde una propuesta donde el contenido es presentado de una forma más superficial a otra donde el contenido es más desglosado y analizado desde múltiples perspectivas. En general se encontraron referencias múltiples a diferentes espacios curriculares. Esto es un aspecto a destacar debido a la organización administrativa de cargos docentes por curso, donde una docente puede desempeñarse en diversas áreas como se indica en el documento curricular:

“los contenidos que los conforman no deben ser abordados de modo fragmentado, sino que se debe procurar su interrelación e integración, a través del diseño y puesta en práctica de propuestas didácticas, proyectos, actividades conjuntas, que posibiliten relacionar y entramar los conocimientos provenientes de los diferentes espacios” [5].

En el caso de la secuenciación de las actividades propuestas en todas se inicia a partir de preguntas disparadoras para indagar sobre los saberes previos de los estudiantes y también se incluyen guías de estudio. Solo en una de ellas se explicitan los objetivos a lograr y los aprendizajes esperados en todas las clases. Mientras que en otra, se destaca la construcción de mapas conceptuales como manera de validar la información. Asimismo, algunas incluyen la integración a otros actores implicados en la problemática tal como médicos en un caso y la familia en otro para abordar otras aristas del tema, aunque en las tres propuestas se preparan herramientas de difusión para comunicar la problemática abordada al resto de la comunidad educativa. Esto se hace a través de carteleros; de folletos y de infografías y se recorre la escuela para la muestra de las mismas.

En el caso del enfoque en Educación en Salud se observa que en los tres casos se trabaja con un enfoque integrador del contenido teniendo en cuenta su complejidad para intentar lograr la construcción de un marco transdisciplinario y participativo. Las propuestas contemplan además de los biológicos persistentes, aspectos también pertinentes al lenguaje, aspectos culturales correspondientes a la vida dentro de la comunidad y cómo esta problemática les afecta y motivaciones de pensamiento social en los tres casos.

Por último, con respecto a la utilización de herramientas tecnológicas, se reconoce en las tres propuestas la importancia de complementar las actividades didácticas con el uso de las TIC, aunque por sí solas no garantizan el éxito de la educación, se puede visualizar cómo el docente está acompañando y guiando a través de guías y cuestionarios el proceso educativo. El uso de las TIC en educación permitió el desarrollo de secuencias más motivadoras y pudieron ser utilizadas como una herramienta valiosa para todos los alumnos.

Por todo esto, es necesario diseñar secuencias educativas que aborden un diálogo conceptual y problematizado entre todos los actores de la comunidad respecto de las prácticas en general y en particular en las de salud, que, integre los conocimientos y las tecnologías y que permitan construir desde las particularidades, para así mejorar la educación y con esto la calidad de vida y la salud. Lo central es generar procesos, sistematizar experiencias y buenas prácticas que acrediten que la escuela es un espacio que posibilita construir salud de manera permanente.

4. Referencias

- [1] Riveros, V., & Mendoza, M. Bases teóricas para el uso de las TIC en Educación. *Encuentro educacional*, 12(3), 315-336, 2005.
- [2] Organización de las Naciones Unidas. *Objetivos de desarrollo sostenible*. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/> [Último acceso: 29 09 2021].
- [3] Marchiori Buss, P. Capítulo 1: Una Introducción al Concepto de Promoción de Salud. En: Czeresnia, D. y Machado de Freitas, C. (comp.). *Promoción de la Salud: Conceptos, Reflexiones y Tendencias*. Buenos Aires: Lugar Editorial. pp. 19-46, 2008.
- [4] Biber, P. A., Garcia Romano, L., & Peláez, C. La valoración de sitios web relacionados con Dengue para la selección de materiales como aporte a la formación docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 291-320, 2021. [En línea]. Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC_20_2_6_ex1759_466.pdf [Último acceso: 29 09 2021].
- [5] Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba. *Diseño Curricular Profesorado de Educación Inicial y Profesorado de Educación Primaria*. 2015.
- [6] Gvirtz, S., & Palamidessi, M. *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza* (Vol. 1). Buenos Aires: Aique, 1998.
- [7] Bermudez, G. M. A., García, L. P., & Cisnero, K. G. (2020). *Didáctica de las ciencias para una ciudadanía crítica. Reflexiones y prácticas contextualizadas para problemáticas de ambiente y salud*. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), 22.
- [8] Sanmartí, N. (2002). *Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza/aprendizaje*. *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, 169-203.

- [9] Secretaria de Educación. *Secuencias Didácticas, Reflexiones sobre sus características y aportes para su diseño*. Ministerio de Educación, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/2016-Docs/SD.pdf> [Último acceso: 29 09 2021].
- [10] Feldman, D. *Didáctica general*. Ministerio de Educación de la Nación, 2010. [En línea]. Disponible en: http://cedoc.infod.edu.ar/upload/Didactica_general.pdf [Último acceso: 29 09 2021].
- [11] Lalonde, M. *A new perspective on the health of Canadians, 1974*. [En línea]. Disponible en: <https://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/pdf/perspect-eng.pdf> [Último acceso: 29 09 2021].
- [12] Revel Chion, A., Meinardi, E., & Adúriz-Bravo, A. Elementos para un análisis histórico-epistemológico del concepto de salud con implicaciones para la enseñanza de la Biología. *Filosofía e história da Biología*, 8 (1), 1-19, 2013.
- [13] Organización Panamericana de la Salud. *Promover la salud en la escuela: ¿cómo construir una escuela promotora de salud?* OMS. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49146> [Último acceso: 29 09 2021].
- [14] Occelli, M., Garcia, L., & Masullo, M. Integración de las TIC en la formación inicial de docentes y en sus prácticas educativas. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 3(5), 53-72, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/3013> [Último acceso: 29 09 2021].

Evaluar y desarrollar competencias en pandemia: los memes como estrategia

Viau, Javier; Tintori Ferreira, Alejandra

Facultad de Ingeniería, Universidad nacional de Mar del Plata (Argentina)
grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Resumen. El contexto de pandemia que impacta al mundo entero ha provocado en la docencia Universitaria una enorme oportunidad para repensar la forma en que se concibe y ejerce el proceso de enseñanza, para reflexionar sobre cómo se enseña y evalúa y mejorar ambas dimensiones de la práctica educativa.

La enseñanza virtual no puede desarrollarse con las formas propias de las clases presenciales, es necesario “reinventar la clase universitaria” recurriendo a otras estrategias didáctica y diseñando instrumentos de evaluación más colaborativos. La desaparición del espacio físico del aula ha traído múltiples dificultades, una de ellas, se relaciona con la posibilidad en el entorno virtual de implementar metodologías didácticas que fomenten la construcción de competencias profesionales en los estudiantes.

La experiencia áulica surge de la necesidad de incorporar a la propuesta pedagógica de Física I de las Carreras de Ingeniería, una nueva modalidad de evaluación mediada por las TIC, que contribuya al desarrollo de competencia profesionales.

La actividad está orientada a que los estudiantes, mediante su participación y resolución, adquieran competencias profesionales.

Palabras clave: Enseñanza virtual de la física, innovación didáctica. desarrollo de la creatividad. Reformulación de la práctica docente.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en el ámbito universitario y principalmente en el ciclo básico está actualmente en un proceso de desarrollo y cambio a nivel mundial, [1]. Sin embargo, las transformaciones más significativas que han tenido lugar en el proceso de enseñanza de las ciencias han estado dirigidas fundamentalmente a los objetivos y la reestructuración de contenidos [2], [3]; no así a la evaluación.

La evaluación constituye una de las categorías didácticas que requiere de mayor atención en cualquier proceso educativo. Dentro de las funciones de la evaluación, se destaca el papel que juega en el proceso de formación de los estudiantes, [4].

En las carreras de ingeniería se observa que el proceso evaluativo, no considera su función continua y formativa, ya que se lleva a cabo mediante técnicas tradicionales, predominando instrumentos de carácter reproductivo, dirigidos a evaluar el resultado del aprendizaje y no el proceso mediante el cual se construye el conocimiento [5]. Como así también, existe una tendencia a identificar la evaluación con la calificación numérica.

En general, este modelo de evaluación no analiza los procesos de pensamiento del estudiante y considera el error como falta de habilidades y conocimientos; por lo tanto, la evaluación pierde el sentido de ser parte integrada al proceso educativo y en consecuencia no contribuye a la motivación de los estudiantes, provocando altas tasas de abandono y desgranamiento en las carreras científico-tecnológicas.

La sociedad actual demanda ingenieros capaces de crear e innovar, entre otros aspectos. Sin embargo, los términos diseñar, crear e innovar hacen referencia a una dimensión del ingeniero que excede su conocimiento científico-técnico. Dimensión que se desdibuja particularmente en el ciclo básico de la carrera donde se priorizan los conocimientos teóricos sobre la construcción de habilidades relacionadas con el pensamiento creativo, reflexivo y crítico, [6].

Esta situación requiere que la enseñanza centrada en las clases magistrales y basada en los contenidos de las disciplinas, tan habitual en el ámbito universitario, traslade su eje hacia una enseñanza con énfasis en el trabajo autónomo de los estudiantes y orientada al desarrollo de competencias profesionales relacionadas con el “saber hacer” y el “saber ser”, [7]. Esto conlleva a la formación de un ingeniero racionalmente competente, o en otras palabras al desarrollo integral del estudiante de ingeniería como ser humano, creativo e innovador, con habilidades y conocimiento para solucionar problemas en su contexto social, con un alto sentido de compromiso y responsabilidad.

El ciclo académico 2020 se vio interrumpido en su modalidad presencial en todos los niveles educativos y sistemas de educación a lo largo del mundo. Millones de docentes y estudiantes debieron reaprender una nueva manera de acceder al conocimiento y de interactuar en el ciberespacio. Pero esta crisis sanitaria que impacta al mundo entero ha provocado en la docencia Universitaria una enorme oportunidad para repensar la forma en que se concibe y ejerce el proceso de enseñanza, para reflexionar sobre cómo se enseña y evalúa y mejorar ambas dimensiones de la práctica educativa.

Una de las mayores dificultades identificadas en el diseño de la enseñanza en entornos virtuales se relaciona con la dinámica de la evaluación y acreditación de saberes. La evaluación virtual presenta grandes diferencias con la presencial, por lo que es necesario desarrollar otras metodologías que respondan al contexto, recurriendo al diseño de instrumentos de evaluación de carácter colaborativos e incluir herramientas tecnológicas que faciliten la interacción social [8].

Por otro lado, la desaparición del espacio físico del aula ha traído múltiples dificultades, una de ellas, se relaciona con la posibilidad en el entorno virtual de implementar metodologías didácticas que fomenten la construcción de competencias profesionales en los estudiantes.

Ante este escenario, en la cátedra de Fisca 1 de las Carreras de Ingeniería (UNMDP), se ha reformulado el sistema de evaluación, incorporando una nueva modalidad mediada por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), basada en un concurso de Memes (imágenes intervenidas con texto) con contenidos científicos. La propuesta se diseña no solo como un instrumento de evaluación, sino también como una actividad orientada a contribuir al desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes.

2. Desarrollo

2.1. Contextualización

La asignatura Física 1 corresponde al primer año de las 10 Carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Es una materia cuatrimestral, que en promedio es cursada por 150 estudiantes y se dicta en el 1° y 2° cuatrimestre.

El sistema de acreditación de Física 1 se basa en dos instancias: Habilitación que permite al estudiante aprobar la materia y posteriormente presentarse al examen final, y Promoción, mediante la cual el estudiante aprueba la materia sin necesidad de presentarse a la instancia de examen final.

En el Marco del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio por COVID-19, desde marzo del 2020 el proceso de enseñanza y de aprendizaje se desarrolla en un entorno virtual. Ante este panorama, se rediseñó la dinámica de las clases, se generaron espacios de encuentros sincrónicos semanales para garantizar la interacción en tiempo real entre docentes y estudiantes, y se habilitaron espacios de consultas asincrónico.

2.2. Diseño de la experiencia áulica

La propuesta denominada “Concurso de Memes de contenidos físicos” se basa en la presentación en formato digital de una foto intervenida con texto, en la cual el guion debe centrarse en un concepto físico de la Mecánica Clásica.

La actividad evaluativa está orientada a que los estudiantes, mediante su participación y desarrollo, adquieran habilidades relacionadas con el trabajo en equipo, la resolución de problemas, el pensamiento creativo y la comunicación entre pares.

En este sentido, la actividad se configura como un instrumento de evaluación, tanto de contenidos como de competencias profesionales, y la calificación obtenida por los estudiantes en el concurso se refleja como puntos que pueden utilizar tanto para habilitar o promocionar la asignatura. La premiación con puntos permite un mayor compromiso por parte de todos los estudiantes en la realización de la actividad, ya que es de carácter no obligatoria, poniendo de manifiesto asimismo un ingrediente motivador.

Es importante resaltar, que la estrategia evaluativa, no es una actividad aislada, sino que es parte del proceso pedagógico de la cátedra, basado en una metodología activa, que promueve una enseñanza centrada en el estudiante a través de actividades que posibilitan desarrollar en el estudiante habilidades de orden superior, útiles no tan sólo para la vida académica sino también para la profesional.

En la tabla 1 se muestran las bases de la convocatoria del concurso y las pautas de evaluación.

Tabla 1. Bases de la convocatoria al “Concurso de Memes con contenido científico”

Carácter	No Obligatorio.
Temas	Masa y peso, Calor y Temperatura, Leyes de Newton, Energía, Gravedad. Presión.
Desarrollo	GRUPAL: la cantidad de estudiantes será entre 3 como mínimo y 4 como máximo.

Calificación	<p>Todos los trabajos presentados que respeten las normas de presentación, obtendrán 0.5 puntos para cada integrante del grupo. Se realizará una selección de los tres mejores trabajos, con el siguiente puntaje:</p> <p>1° Puesto: 1.5 puntos 2° Puesto: 1 punto 3° Puesto: 0.5 punto</p> <p>Los puntos obtenidos por cada estudiante, se podrán utilizar para habilitar o promocionar la asignatura.</p>
Normas de presentación	<p>Formato: debe presentarse en formato digital (fotográfico) y en el trabajo el Meme debe ir acompañado de un título ilustrativo.</p>
Criterios de Evaluación	<p>Originalidad: Cómo de singular es la o las imágenes y el texto incluidos en el Meme</p> <p>Creatividad: Aplicación de la imaginación en la configuración, diseño y elaboración de la imagen y texto incluidos en el Meme</p> <p>Rigor científico: correlación entre las imágenes y el texto con el contenido científico que se elige.</p>

2.3. Implementación en el aula

La experiencia áulica se implementó durante el segundo cuatrimestre del 2020, en plena crisis sanitaria del Covid-19. El contexto dio lugar a rediseñar las prácticas pedagógicas-didácticas en vistas a la virtualidad, pero particularmente a desarrollar entornos de aprendizajes más personalizados, tendientes a sostener, organizar y acompañar a nuestro estudiante en el proceso de construcción del conocimiento, como así también, garantizarles una educación de calidad.

La implementación de la experiencia se puede resumir en las siguientes instancias que ponen de manifiesto el empleo pedagógico de la actividad evaluativa.

1° Difusión del concurso. La metodología de evaluación que se propone es novedosa, y significativamente diferente a la forma que los estudiantes están acostumbrados a ser evaluados en el ciclo básico de ingeniería. Por ello, fue indispensable comunicar la propuesta con la finalidad de motivar a los estudiantes a participar activamente desde el principio de la cursada. En tal sentido se realizaron dos encuentros sincrónicos en los cuales se explicaron las bases del concurso y durante toda la cursada se enviaron comunicaciones en formato video con el objetivo de animar a los estudiantes a participar de la actividad.

2° Espacios de intercambio. Se habilitó un foro de consulta y clases virtuales sincrónicas, de manera que los estudiantes puedan acceder a un espacio de aprendizaje más personalizado, en el cual resuelva sus dudas, intercambien opiniones y reflexionen sobre el desarrollo de sus trabajos, bajo el acompañamiento de los docentes.

3° Evaluación de los trabajos y devolución de los resultados. Los Memes presentados en el concurso fueron evaluados por cinco jurados, docentes de la cátedra, mediante la utilización de una rúbrica.

Cada grupo de estudiantes recibió la rúbrica con la valoración de su trabajo, como así también, una reflexión sobre lo realizado.

4° Difusión de los trabajos. Al finalizar la cursada, se subieron al campus de la cátedra, todos los Memes presentado en el concurso, bajo un formato en el cual los estudiantes podían dejar sus opiniones y reflexiones sobre los trabajos realizados.

A modo de ejemplo del trabajo realizado por los estudiantes, en las fig. 1 y 2 se muestran imágenes de las propuestas presentadas.



Fig. 1. El Meme “Fricciones entre fuerzas disipativas” obtuvo el 1º puesto en el Concursos.



Fig. 2. El Meme “Cómo encontrar a un físico” obtuvo el 2º puesto en el Concursos.

3. Evaluación y resultados

La actividad evaluativa era de carácter no obligatorio. Los estudiantes tenían la alternativa de habilitar o promocionar la asignatura sin necesidad de participar en el concurso de Memes.

Por ello, consideramos que la experiencia fue muy positiva, ya que un número significativo de estudiantes presentaron su trabajo en el concurso. En concreto 82 estudiantes de un total de 114 presentaron sus trabajos en la convocatoria del concurso.

Con respecto a la evaluación de los trabajos, apreciamos que en su mayoría se combinan las imágenes, ideas, y recursos en forma original y creativa, lo que demuestra que la experiencia contribuyó a que los estudiantes comiencen a “mover esos resortes mentales” en los que se basa la creatividad.

Los trabajos presentan un contenido narrativo atractivo en su diseño haciendo uso de diálogos que incorporan rasgos de comicidad y comunican correctamente los principios físicos abordados durante el desarrollo de la asignatura, teniendo en cuenta las representaciones y el lenguaje propio de la disciplina científica, lo que evidencia una buena adquisición de los contenidos.

4. Conclusiones

Hoy en día, facilitar y promover el desarrollo de competencias durante el proceso de formación, nos invita a los docentes a revisar las estrategias y metodologías de enseñanza y de aprendizaje, y orientarlas a la realización de actividades que permitan a los estudiantes avanzar en su desarrollo. Al mismo tiempo, es necesario reformular el proceso de evaluación con vistas a incluir metodologías que posibiliten estimar lo que el estudiante “sabe hacer” con los saberes asimilado.

La evaluación convertida en una herramienta de la formación de competencias es necesaria para lograr alcanzar los objetivos formulados dentro de este marco. Además, debe convertirse en un medio motivador, que permita mantener al estudiante inserto dentro del sistema de enseñanza y aprendizaje, y no que se potencie únicamente al momento de ser evaluado con los exámenes tradicionales.

5. Referencias

- [1] D. Gil y A. Vilches. «Problemas de la Educación Científica en la Enseñanza Secundaria y en la Universidad: contra la evidencia». *Revista Española de Física* 13(5), 10, Feb, 2019.
- [2] J. Barreras. «Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la Disciplina Física de Ciencias Técnicas». *Revista Universitaria*, nº4, p. 42-50, Ago 2006.

- [3] M. González. La evaluación del aprendizaje: La evaluación formativa y la evaluación por competencias. Edición universitaria: La Habana, 2012.
- [4] S. Brown y R. Pickford. (2013). Evaluación de habilidades y competencias en educación superior. Narcea Ediciones: Madrid, 2013.
- [5] L. Pérez, C. Vilariño y G. Ronda. «El cambio organizacional como herramienta para coadyuvar con la implementación de la estrategia». *Ingeniería Industrial*, Vol 38, nº 3, p. 223-332, Sep 2017
- [6] J. Viau, A. Tintori Ferreira, N. Bartels y H. Gibbs. «Evaluación y desarrollo de competencias profesionales utilizando Video Scribe en el ciclo básico de Ingeniería». En González, A. y Martino, M (Comp). *Más Allá del Aula Virtual. "Otros Horizontes, otros desafíos"*, p.501-508, Nov 2017.
- [7] J. Salinas, B. de Benito, A. Lizana. «Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje» *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 28, nº. 1, p. 145-163, Abr 2014.
- [8] F. J. García-Peñalvo. (2020). «Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales». *Campus Virtuales*, vol. 9, nº 1, p.41-56, Feb 2020.

¿Cómo enseñar a ingresantes de veterinaria en contexto de pandemia?

Gomez Castro, Gimena^{1,2}; Acuña, Francisco^{1,2}; Alvarez, Betiana^{1,2}; Di Cesare, Luca^{1,2}; Hernández, Rocío^{1,2}; Torres, Victoria¹ y González, Norma¹

¹Módulo de Biología Celular y del Desarrollo, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata (Argentina); ² CONICET (Argentina)
gimenagomezcastro@gmail.com

Resumen. Para sostener la actividad académica frente a la crisis producida por el coronavirus, el ingreso en el año 2021 en la Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Nacional de La Plata) se desarrolló de manera virtual. El módulo de Biología Celular y del Desarrollo (MBC y D) es uno de los cinco que forman parte del Curso de Ingreso a la Vida Universitaria. Cada equipo docente contaba con libertad para diseñar su propuesta pedagógica; para MBC y D se adoptó el formato de clase invertida para acompañar a los estudiantes en el inicio de su filiación. Presentamos acá los resultados del diseño instruccional realizado y las opiniones de los estudiantes. La clase invertida nos requirió explorar y utilizar nuevas herramientas digitales para recrear las clases, en breve adaptarnos. La recepción favorable por la mayoría de los ingresantes nos estimula a continuar trabajando en miras a nuevos escenarios de gestión del conocimiento.

Palabras clave: Clase invertida. Oficio del estudiante. Herramientas digitales.

1. Introducción

La llegada de los ingresantes a la universidad implica aprender el *oficio del estudiante* [1]. En la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata (FCV-UNLP) ese aprendizaje comienza con el Curso de Inserción a la Vida Universitaria (CIVU) en el que los estudiantes conocen un nuevo espacio, se adaptan, socializan, incorporan reglas e inician su acercamiento a algunos contenidos vinculados a la carrera de Medicina Veterinaria. El CIVU estaba organizado en cinco módulos que se corresponden con los cursos del primer cuatrimestre: Biología Celular y del Desarrollo (MBC y D), Biofísica, Bioquímica, Bioestadística y Embriología y Anatomía Sistemática. A ellos se sumó un Taller dictado por la Dirección de Derechos Humanos de la FCV.

En años anteriores el CIVU se desarrollaba en el predio de la FCV. En el marco de las Resoluciones emitidas por nuestra universidad en lo referente a la no realización de clases presenciales debido a las circunstancias excepcionales generadas por el COVID-

19, sumadas a la falta de certeza de la fecha de regreso a las aulas físicas ni de las nuevas formas que adoptaría la presencialidad, se acordó que la edición 2021 del CIVU se desarrollaría de manera virtual, a través de la plataforma Moodle de la FCV. Cada módulo tendría una carga horaria equivalente de 20 horas, distribuidas en cuatro semanas. Así surgió el desafío de preparar un módulo con el cual los ingresantes pudieran experimentar de manera exitosa la bienvenida al mundo universitario y participar en actividades de aprendizaje a través de una pantalla. La tarea llevada a cabo se concibió como clases invertidas (*flipped classroom*). Este formato tiene presencia en el ámbito educativo desde las propuestas pioneras de la década de 1980 [2], constituye un rasgo innovador para este Módulo, hasta el año 2020 centrado principalmente en un modelo de enseñanza tradicional y presencial.

Los objetivos de este trabajo fueron compartir con la comunidad educativa la experiencia de los docentes durante el primer ingreso a la FCV-UNLP realizado *online* y la apreciación de los estudiantes sobre algunos aspectos del MBC y D.

2. Desarrollo

2.1. Marco teórico

En este contexto de pandemia, el equipo docente del MBC y D adoptó la visión de la planificación del Módulo como una herramienta basada en el análisis y la interpretación de la realidad educativa con el fin de identificar acciones que aseguraran cambios en relación con las trayectorias de los estudiantes ingresantes. El análisis de la realidad educativa mostraba, por una parte, que la crisis producida por el coronavirus llevó a adoptar la enseñanza en línea de manera obligada y por otra, nuestro conocimiento de los estudiantes ingresantes que, en su mayoría eran jóvenes egresados del colegio secundario que habían finalizado sus estudios en el primer año de la pandemia. Contábamos además con información acerca de la percepción favorable de nuestros estudiantes de años anteriores sobre la utilización de la plataforma virtual para la evaluación sumativa del módulo.

Las acciones a seguir debían enmarcarse en las consignas de llevar adelante la enseñanza sin la presencialidad física como también en la exploración y el aprovechamiento de herramientas digitales disponibles, todo ello para acompañar a nuestros estudiantes en el aprendizaje de su oficio. Coulon [3] señala que el aprender el oficio de estudiante ocurriría en tres fases: alienación, aprendizaje y afiliación. La fase de alienación es en la que los estudiantes acceden a un mundo nuevo y desconocido en el que su conocimiento de las reglas y costumbres anteriores no les permiten reconocerse a sí mismos. La fase de aprendizaje es en la que los estudiantes se adaptan y acomodan en forma progresiva en la medida que descubren las nuevas reglas y códigos. El tiempo de afiliación lleva a que los estudiantes tomen el control y logren interpretar las reglas institucionales.

Desde esta perspectiva, se pueden diferenciar dos tipos de afiliación: la institucional y la intelectual [4]. La afiliación institucional da cuenta de la atención y realización de las reglas que habilitan a los estudiantes para conducirse de manera adecuada dentro de la institución; en pocas palabras, las gestiones mínimas esperadas de un alumno regular como inscribirse en una materia, cumplir horarios y asistir a clases, junto a su potencial

participación en actividades políticas, culturales y recreativas. La afiliación intelectual comprende el dominio de las estrategias y los códigos para el trabajo intelectual.

En el contexto del COVID-19, las instituciones educativas se vieron de cara a la incertidumbre y la necesidad de implementar la enseñanza basada en las tecnologías del aprendizaje y la comunicación (TIC) [5,6]. De los múltiples y variados enfoques, la clase invertida reúne potencialidades factibles de incorporar a la planificación del MBC y D: al tiempo que se usan TIC, permiten la enseñanza y el aprendizaje centrado en los estudiantes.

La clase invertida, como enfoque, no comprende un modelo único, sino más bien una idea central para cambiar la instrucción en el aula basada en clases expositivas por el uso de materiales audiovisuales y tareas de lectura antes de la clase [2]. Lo que se invierte son los momentos y roles de la enseñanza tradicional y se suple la dicotomía enseñanza presencial-enseñanza virtual [7].

Las acciones realizadas para el desarrollo de esta nueva edición del MBC y D, siguieron las fases del diseño instruccional ADDIE. Esta denominación responde al acrónimo *analyze* (análisis), *design* (diseño), *develop* (desarrollo), *implement* (implementación) y *evaluate* (evaluación); que representan las fases de este modelo [8]. En forma breve, la fase de análisis aborda la identificación del problema, el perfil de los estudiantes y todos otros datos que den cuenta de las condiciones contextuales. La fase de diseño comprende diferentes acciones relacionadas con la redacción de los objetivos de cada unidad, la decisión sobre el orden de los contenidos, el diseñar las actividades de evaluación y de los estudiantes, todo ello encuadrado en el enfoque didáctico y mediado por los recursos adecuados. La fase de desarrollo consiste en la creación y prueba de los materiales de enseñanza y aprendizaje. La fase de implementación tiene como finalidades concretar el ambiente de aprendizaje, por ejemplo; publicar y distribuir materiales y, la puesta en práctica con participación de los estudiantes. La fase de evaluación atiende la valoración formativa de la calidad no sólo de los productos, sino de los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados antes y después de la implementación [8]. Este modelo es interactivo y los resultados de la evaluación formativa de cada fase pueden llevar de regreso a quien desarrolla el diseño instruccional a cualquiera de las fases previas [9].

2.2. Contexto del desarrollo de la experiencia

La FCV hace uso extensivo e intensivo de herramientas tecnológicas en los ámbitos de administración, docencia, investigación y extensión. Cuenta desde hace más de una década con un entorno virtual de aprendizaje propio (plataforma Moodle) utilizado en las carreras de Medicina Veterinaria y Microbiología Clínica e Industrial, en el posgrado, las tecnicaturas y especializaciones.

El equipo del MBC y D estaba integrado por nueve docentes (ocho Ayudantes Diplomados y una Coordinadora). Todos ellos contaban con experiencia docente de varios años tanto en el CIVU como en cursos del primer año de la carrera de Medicina Veterinaria. Su formación docente incluía trayectos completos o en curso realizados en diferentes instituciones académicas: INFOD (Instituto Nacional de Formación Docente), FLACSO (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales) y la UNLP. Merece especial mención el Ciclo de Formación para la Gestión de Proyectos de

Educación a Distancia, dictado por la Dirección de Educación a Distancia y Tecnologías (UNLP).

En particular, respecto del uso del aula virtual, este equipo tenía experiencia de su manejo por su utilización en años anteriores para la evaluación sumativa del MBC y D, como también en el uso de recursos digitales para algunos tramos de las clases presenciales.

3. Resultados y discusión

3.1. La producción de los materiales para el MBC y D

Se presenta en este apartado la ejecución del proceso de construcción de los materiales para el MBC y D, de acuerdo con las fases del diseño instruccional ADDIE.

La fase de análisis se realizó en varios encuentros por videoconferencia en los cuales los docentes revisamos los contenidos, ajustamos objetivos y enfoques didácticos de cada una de las cuatro unidades temáticas. Se acordaron y consensuaron las siguientes premisas:

- la puesta en juego de la creatividad para superar la mera “*onlificación*” de las clases presenciales;
- las actividades asincrónicas pueden ser más productivas que las sincrónicas;
- la búsqueda de la articulación entre lo asincrónico y lo sincrónico en el formato de las clases invertidas;
- la comprensión de la afiliación de los estudiantes como proceso complejo,
- la necesidad de conjugar lo cognitivo con lo emocional: generar andamiajes para apoyar los aprendizajes y acompañar en forma remota a nuestros estudiantes.

Para cada clase invertida, la fase de diseño requirió que los docentes decidieran las partes y el orden de los contenidos, identificaran los recursos pertinentes y organizaran las actividades asincrónicas de los estudiantes. La fase de desarrollo consistió en producir los materiales a usar en la clase invertida; para tres de las clases se elaboraron diferentes formatos audiovisuales (Genial.ly, Prezi, PowerPoint). Para la clase restante se optó por la curación de un contenido digital de una reconocida fuente académica española que luego fue alojado en un canal de YouTube y enlazado en el aula virtual. Estas producciones se resumen en la Tabla 1 y se muestran algunas capturas de pantalla de ellas en la Figura 1.

Tabla 1. Materiales elaborados para MBC y M (año 2021)

Unidad y contenidos	Materiales diseñados
Clase 1 ¿Qué es la vida? Características y organización de los seres vivos	Presentación Genial.ly: características de los seres vivos Presentación Genial.ly: niveles de organización Trivia sobre los dos contenidos anteriores
Clase 2 Biomoléculas	Presentación Genial.ly: ¿Qué tienen en común? Presentación PowerPoint: las biomoléculas

	Trivia: el mundo del ADN Trivia: carta de Crick a su hijo
Clase 3 Teoría celular. Célula procarionta	Presentación Genial.ly: la teoría celular Presentación Genial.ly: célula procarionta; incluye preguntas de revisión
Clase 4 Célula eucariota	Video: la célula eucariota Trivia sobre la célula eucariota

Fuente: elaboración propia.



Fig.1. Captura de pantalla de algunos de los materiales producidos para el MBC y D.

Cada una de las propuestas pasó por sucesivas revisiones y su versión final fue compartida a todo el equipo para una prueba piloto. En esa prueba se realizaron los ajustes finales de los materiales para que su formato fomentara el interés de los estudiantes al tiempo que fuera adecuado a la carga cognitiva con relación a la capacidad de procesamiento independiente de los estudiantes y la familiaridad con las herramientas digitales.

La fase de implementación se concretó en el aula virtual del MBC y D. Se hizo uso de una presentación Canva para visibilizar el cronograma y la organización de las unidades en actividades sincrónicas y asincrónicas. El vínculo con los estudiantes se propició con una presentación interactiva del equipo docente (Figura 2). La comunicación se organizó mediante mensajes desde la cartelera de novedades y se completó con foros de consulta y la mensajería dentro del aula virtual.



Fig. 2. Captura de pantalla de la presentación interactiva del equipo docente del MBC y D.

Para facilitar la navegación de los estudiantes en el aula y ayudarlos en el seguimiento de las clases, cada una se presentó por medio de una infografía interactiva que siguió una trayectoria discursiva similar, como se puede apreciar en la Figura 3. En cada infografía, el primer elemento corresponde al enlace a la guía de la clase. En estas guías los estudiantes encontraban los objetivos, los contenidos y la selección de capítulos de un libro de texto. Acompañaban a lo anterior, las preguntas guía; estas son actividades de aprendizaje que dirigen la atención a la información específica del texto que, seleccionada por los docentes, corresponde a los aspectos más relevantes de cada tema. Los elementos siguientes correspondieron a los enlaces a presentaciones interactivas en las que se expusieron determinados contenidos del tema y se desarrollan distintos tipos de actividades para verificar la comprensión de los temas.



Fig. 3. Infografías diseñadas para cada clase.

Los dos elementos finales de las infografías incluyeron el enlace a los encuentros sincrónicos y a un cuestionario de autoevaluación como forma de registrar la actividad

de cada estudiante (el “presente” en la jerga compartida por docentes y estudiantes del CIVU). Los viernes, previos a cada clase, se habilitaron los accesos a los materiales anteriormente detallados para que los estudiantes trabajaran con los contenidos antes del encuentro sincrónico.

Los encuentros sincrónicos, de una hora de duración, se realizaron en la plataforma BigBlueButton (BBB). Los estudiantes estaban distribuidos en grupos y el encuentro fue llevado adelante por dos docentes. En el primer encuentro, los docentes hicieron una “visita guiada” por el aula virtual para ayudar a que los estudiantes adquirieran y/o mejoraran la familiaridad con el entorno. Las actividades se orientaron a la revisión de contenidos con presentaciones Prezi y PowerPoint y la herramienta encuestas de BBB como soportes para ayudar a los estudiantes a mejorar y profundizar la comprensión e integración de los temas. En el diálogo durante el encuentro, se trabajó además en la resolución de dudas con la retroalimentación permanente de los docentes.

Finalmente, la fase de evaluación es la que permite valorar la calidad no sólo de los productos, sino de los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados antes y después de la implementación. Para planificar el MBC y D del año 2021 contábamos haber superado el giro de lo presencial a lo virtual que sorprendió a las comunidades educativas a nivel global en el año 2020, como también con la ratificación de las clases virtuales como vías para sostener la actividad académica. La adopción de la clase invertida nos permitió iniciar el proceso de cambio en los tiempos y la modalidad de trabajo. Los docentes pudimos, en estrecha colaboración, construir y generar experiencias de aprendizaje renovadas. La exploración de nuevas herramientas digitales nos permitió generar estrategias para superar algunas de las limitaciones de la enseñanza tradicional señaladas por Porlán [5] y Lion [6]. En particular, se crearon andamiajes en atención a la filiación institucional e intelectual de los ingresantes al interior del MBC y D. Ejemplos de ellos son las preguntas guía, la uniformidad de las cuatro infografías para una transmisión eficiente de la información, las visitas guiadas por el aula virtual y las respuestas docentes en los foros de consulta, la mensajería del aula virtual y el correo electrónico. La evaluación, presentada como “poner a prueba lo aprendido” se incluyó dentro de las actividades interactivas previas al encuentro sincrónico. Las autoevaluaciones, en tanto solo registro de actividad y que podían repetirse sin límite, brindaron oportunidades adicionales para involucrar a los estudiantes en su aprendizaje.

En el próximo apartado de este trabajo, se presenta un tramo adicional de la fase de evaluación, esta vez desde la mirada de los estudiantes.

3.2. Resultados de la encuesta a los estudiantes

Los estudiantes fueron encuestados al finalizar el MBC y D. Se envió un formulario electrónico que indagaba la valoración de los estudiantes sobre el desarrollo de las clases invertidas y aspectos de la conectividad y accesibilidad.

Se recibieron las respuestas anónimas y voluntarias de 695 estudiantes. Los principales resultados se presentan en la Figura 4. Como se observa en la Figura 4 A, la mayoría de los estudiantes (92,2%) valoraron positivamente la modalidad de clase invertida. De igual manera resultó la apreciación acerca de los materiales diseñados para las actividades en el hogar, las imágenes y el trabajo realizado en los encuentros sincrónicos (95,8; 97,7 y 77,7%, Figuras 4 B, C y D, respectivamente).

En relación con la conectividad, los dispositivos utilizados por los estudiantes fueron computadoras, celulares y tablets (65; 34 y 1%; Figura 4 E) que, para la mayoría de ellos, era de uso personal (69,5%, Figura 4 F). En la evaluación de la conectividad en sus domicilios particulares para los encuentros sincrónicos, el 28,6% de los estudiantes contaron con una conectividad desfavorable (Figura 4 G). En el acceso al aula virtual, el 14,7% de los estudiantes manifestaron tener dificultades o imposibilidad de hacerlo (Figura 4 H).

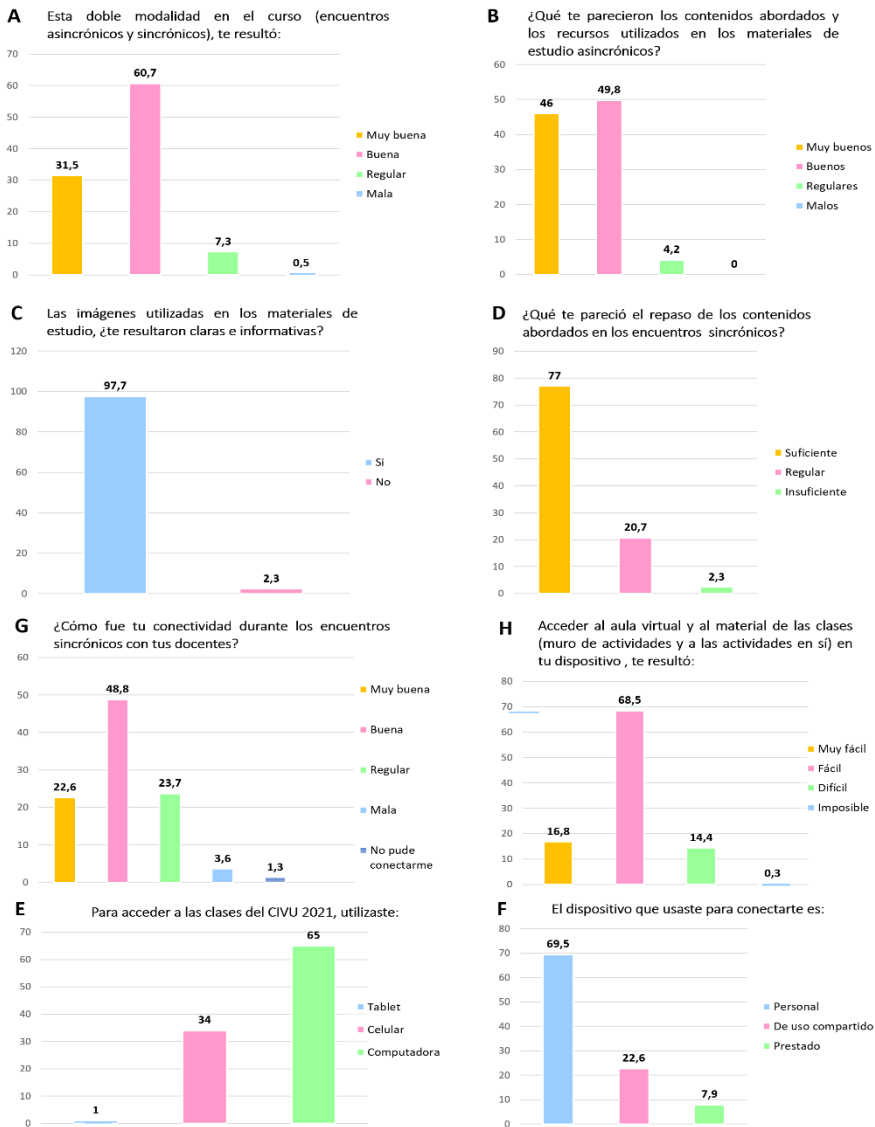


Fig 4. Resultados de la encuesta a los estudiantes del MBC y D 2021.

Las clases invertidas, los materiales interactivos y los encuentros sincrónicos fueron apreciados, en su gran mayoría, de forma positiva por nuestros estudiantes, como dejan ver estos comentarios *“Muy buenos los recursos digitales. Seguí todo el curso en forma asincrónica y fue llevadero”* y *“Gracias por la prolijidad en cuanto al contenido como a las clases en sí. Me encantó todo”*. La encuesta recogió además el reconocimiento y agradecimiento a los docentes (*“Unos genios los profes de biología ♡”*; *Gracias a todos por el trabajo que nos dedican*). Los estudiantes refirieron también al vínculo con los docentes (*“Fueron profesores super buenos y atentos ante toda nuestra necesidad. Nos sentimos acompañados”*) e incluyeron otras expectativas tales como: *“Fue una de las cátedras más didácticas, lo que es sumamente importante como base de la carrera. Ojalá en los próximos años nos podamos encontrar con la misma predisposición de otrxs profes!”*. No menos relevante es el siguiente comentario: *“Se entiende el motivo por el cual cursamos online, pero prefiero mil veces el presencial”*. Como resultado, la recepción favorable acerca de la clase invertida se alinea con investigaciones realizadas en ámbitos de educación superior en los que se ha constatado que este modelo de clase contribuye a incrementar tanto el rendimiento como la motivación de los estudiantes [10].

No escapa de nuestra atención el impacto negativo derivado de las dificultades de conectividad y accesibilidad a las aulas virtuales institucionales manifestado por los estudiantes. Valga como dato global el registro de aproximadamente un tercio de los inscriptos que nunca accedieron al aula virtual o *“Hubo muchos problemas con la plataforma Moodle y BBB, Moodle muchas veces marcaba mis autoevaluaciones como si no las hubiera hecho y en BBB las reuniones siempre tenían algún problema”*. Se trata de situaciones que han sido detectadas en la UNLP y otras universidades nacionales y extranjeras, en clara referencia a la brecha digital [11] cuya discusión y acciones para resolverla excede los objetivos de este trabajo.

4. Conclusiones

El proceso de diseño instruccional en red nos consolidó como grupo cooperativo y colaborativo en el que se intercambiaron e integraron las habilidades tecnológicas individuales al explorar y adoptar nuevas herramientas; ello sin dejar de reconocer que los recursos tecnológicos por sí mismos no producen un cambio docente, aunque pueden ayudar a promoverlo [5,6,12].

La adopción de la clase invertida para el MBC y D, habida cuenta de la recepción favorable por la mayoría de los ingresantes y de otros resultados halagüeños comentados anteriormente nos confirmaría el logro en haber asumido y trabajado bajo las premisas compartidas, orientadas a favorecer la afiliación de nuestros ingresantes, al menos en el recorte disciplinar del MBC y D desarrollado durante el breve mes del CIVU.

Aparte de estos rasgos positivos de la decisión pedagógico-didáctica adoptada, nos resta no solo atender a sus debilidades -que las hay, entre ellas explotar la construcción colectiva de conocimiento por parte de los estudiantes- sino ir más allá de la conmoción [12]. En este sentido, asumimos al escribir este trabajo que, ya en el ciclo lectivo 2022 seremos miembros de una comunidad universitaria en la que la enseñanza muy

probablemente se desplace desde modalidades totalmente presenciales hacia otros híbridos que contemplan la combinación de actividades presenciales y no presenciales.

5. Referencias

[1] Casco, M. (2009). Afiliación intelectual y prácticas comunicativas de los ingresantes a la universidad. *Co-Herencia*, 6(11), 233-260. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/co-herencia/article/view/100>

[2] Bates J.E., Almekdash H. y Gilchrest-Dunnam M.J. (2017) The Flipped Classroom: A Brief, Brief History. In: Santos Green L., Banas J., Perkins R. (eds) *The Flipped College Classroom. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41855-1_1

[3] Coulon, A. (1995). *Etnometodología y Educación*. Paidós Ibérica.

[4] Manuale, M. (2013). El oficio de estudiante universitario y el problema del ingreso: Miradas y aportes desde el gabinete pedagógico de la facultad de bioquímica y ciencias biológicas. *Revista Aula Universitaria*, 15, 43-57.

[5] Porlán, R. (2020). El cambio de la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de pandemia. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1502. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1502

[6] Lion, C. (2020). Enseñar y aprender en tiempos de pandemia: presente y horizontes. *Saberes y prácticas. Revista de Filosofía y Educación*, 5(1), 1-8. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/saberesypracticas/article/view/3675>

[7] Rigo, D., Riccetti, A., Siracusa, M. y Paolini, P. (2019). Tres experiencias sobre clases invertidas para promover el compromiso por el aprendizaje. Percepciones de estudiantes universitarios. *Páginas de Educación*, 12(2), 43-58. <http://dx.doi.org/10.22235/pe.v12i2.1836>

[8] Morales González, B.M. y Aguilar, R. E. N. G. A. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. En I Esquivel Gámez (Ed.). *Los Modelos Tecno-Educativos* (pp. 33-46). Universidad de Mexico.

[9] Belloch, C. (2012). *Diseño instruccional*. Unidad de Tecnología Educativa (UTE). Universidad de Valencia. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1321>

[10] Sánchez-Rivas, E., Sánchez-Rodríguez, J., & Ruiz-Palmero, J. (2019). Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida. *Magis, Revista Internacional De Investigación En Educación*, 11(23), 151-168. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m11-23.paur>

[11] Bercheñi, V., y Mariño, S. (2021). Identificación de brechas digitales en pandemia: Experiencias en carreras de grado de Facultades de la Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. *SciComm Report*, 1(2), 1-12. <https://doi.org/10.32457/scr.v1i2.144>

[12] Maggio, M. (2020). Las prácticas de la enseñanza universitaria en la pandemia: de la conmoción a la mutación. *Campus Virtuales*, 9(2), 113-122.

La evaluación en la opinión de docentes y futuros docentes

Laura Morales¹, Claudia Mazzitelli^{1,2} y Erica Zorrilla^{1,2}

¹ Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (IIECE). Argentina

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina
laurammorales15@gmail.com; mazzitel@ffha.unsj.edu.ar; ericagabriela@gmail.com

Resumen. La evaluación es un proceso complejo que no se reduce a la calificación, sino que tiene un valor formativo para docentes y estudiantes. El objetivo del estudio que se presenta fue realizar una primera aproximación al análisis de las RS de docentes y futuros docentes de Ciencias Naturales en relación con la evaluación, por ser este un conocimiento implícito compartido por un grupo de personas y que influye en las acciones que realiza. Para esto se empleó una técnica de evocación y jerarquización. Los resultados obtenidos para los futuros docentes indican que la principal significación de su representación está centrada en los procesos de aprendizaje. Las representaciones de los docentes muestran una visión más integral atendiendo a los aportes de la evaluación como parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se hace necesario seguir profundizando sobre esto para identificar las causas que subyacen a estas representaciones.

Palabras clave: evaluación; representaciones sociales; docentes; futuros docentes

1. Introducción

La evaluación es un proceso complejo que no se reduce a la calificación y acreditación, sino que tiene un valor formativo que implica para los estudiantes tomar conciencia de lo aprendido y para los docentes interpretar como influyen las formas de enseñar en dichos aprendizajes [1]. Santos Guerra [2] señala, en concordancia con lo antes expuesto, que la evaluación debe entenderse desde sus dos dimensiones: como medición, que permite comprobar el resultado de los aprendizajes, y como comprensión, que permite -desde una visión crítico reflexiva- analizar si se produjo un aprendizaje significativo, las dificultades que enfrentan los estudiantes o la pertinencia de los contenidos y estrategias. Desde esta última dimensión se constituye en un proceso de retroalimentación clave para la autorregulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, la evaluación permite, tanto al docente como al estudiante, revisar sus estrategias, analizar sus logros y dificultades y atender más a las capacidades desarrolladas que a las calificaciones [3]. Para esto, es necesario que haya coherencia entre la concepción de aprendizaje, las prácticas pedagógicas y la evaluación [4]. No obstante, a la evaluación no se le ha otorgado la misma importancia

que a otros aspectos curriculares. Generalmente parece desvinculada de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, quedando limitada al momento final del proceso, privilegiando la medición o la acreditación de conocimientos como producto [5]. De esta manera, la evaluación que se implementa como control y se limita a exigir una reproducción memorística, está priorizando resultados alcanzados en términos de rendimiento y calidad de reproducción de conocimientos, sin tener en cuenta el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, capacidades e intereses de los alumnos y los procesos de construcción del conocimiento [6], [5]. En la opinión de Mejía Pérez [7], desde una visión contemporánea y atendiendo a las demandas de una sociedad del conocimiento y de la información, la evaluación debe recuperar evidencias de los procesos desarrollados en los estudiantes y de la adquisición progresiva de capacidades, conocimientos, actitudes y valores. En consecuencia, se necesitan estrategias e instrumentos de evaluación que permitan obtener un registro formal y sistemático de los diferentes aprendizajes y también valorar las producciones de los estudiantes [8]. En opinión de Davini [9] estos modos de evaluar otorgan una mayor motivación, especialmente a aquellos estudiantes que tienen más dificultades y que se ven desmotivados en una evaluación del tipo sumativa y competitiva.

Así, como se ha mencionado, la evaluación es un proceso complejo. Al focalizarnos en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales se suman otros aspectos a considerar, entre ellos las características del conocimiento científico, conformado no solo por un contenido teórico sino también por los procedimientos implicados en la construcción del mismo [10]. Tovar Gálvez [10] menciona, además, que si bien se reflexiona sobre qué modelo de ciencia se enseña, cuáles son los objetivos de la educación científica y la forma de motivar su aprendizaje, también debería cuestionarse si la evaluación promueve dichos objetivos y qué se prioriza a través de ésta.

Otro de los aspectos a considerar son las representaciones sociales (RS) sobre la evaluación. Estas representaciones son formas de conocimiento práctico, socialmente construido y compartido por un grupo de personas, tienen un carácter implícito por lo que puede accederse a las estas a través de las opiniones y acciones [11], [12]. Por lo tanto, conocer las opiniones permite identificar las RS y comprender cómo los sujetos construyen su conocimiento sobre la realidad, al mismo tiempo que contribuye a explicar hechos y comportamientos relacionados con estas. Así, algunos estudios [4], [13] analizan a través de las opiniones expresadas por los docentes la relación entre sus representaciones y su práctica, infiriendo además posibilidades de cambio a partir de instancias de formación continua. Particularmente, en lo relacionado con la evaluación, estos estudios muestran que las representaciones de los docentes están estrechamente relacionadas con sus estilos de enseñanza y con los conceptos de evaluación. Atendiendo a los estilos de enseñanza se pueden diferenciar dos conceptualizaciones de evaluación. Por un lado, un docente que considere que la enseñanza implica transmisión del conocimiento que el estudiante debe fijar en su memoria, preparará evaluaciones que consistirán en la reproducción de esos conocimientos para lograr la acreditación. Por otra parte, el docente que piensa que el conocimiento es construido por el estudiante mediante una participación activa en su proceso de aprendizaje, que tiene en cuenta sus intereses y sus saberes previos, evaluará procesos y utilizará diferentes instrumentos de evaluación [13]. Cabe destacar que se puede detectar una vinculación entre las consignas que planteará un docente y sus representaciones acerca

de la evaluación. Al mismo tiempo es esperable que los estudiantes se prepararán en función de lo entienden que el docente les demandará en las evaluaciones [4].

2. Contenido

El objetivo de este estudio fue realizar una primera aproximación al análisis de las RS de docentes y futuros docentes de Ciencias Naturales en relación con la evaluación.

Para esto se trabajó con dos muestras. Una de ellas estuvo formada por un grupo de siete futuros docentes de carreras afines a las Ciencias Naturales. Estos estudiantes se encontraban al final de su carrera y, al momento del estudio, ya habían realizado su práctica profesional. La otra muestra se conformó con un grupo de siete docentes de Ciencias Naturales en ejercicio. Con ambos grupos se trabajó sobre distintos aspectos relacionados con la evaluación comenzando con una técnica de evocación y jerarquización cuyos resultados y análisis se presentan en este artículo. A través de esta técnica se puede acceder a la estructura y al contenido de las RS de cada grupo [12], [14]. De esta manera, se les solicitó a los participantes que mencionaran cinco palabras asociadas al término inductor “evaluación” y posteriormente debieron jerarquizarlas, asignándoles un nivel de importancia, y explicitar las razones de la elección de las palabras.

Para el procesamiento de los datos se consideraron en un primer momento todas las palabras mencionadas por los docentes y futuros docentes y a partir de estas se elaboraron categorías que pudieran incluirlas. Las categorías construidas se presentan en la siguiente tabla en la que además de mencionarlas se las describe y se ejemplifica con algunos términos:

Tabla 1. Categorías elaboradas.

Categoría	Descripción	Ejemplos
Aprendizaje	Palabras relacionadas con el proceso de construcción del conocimiento por parte de los estudiantes y su desempeño en las evaluaciones.	construcción, aprendizaje,
Contenidos	Palabras asociadas a los contenidos, objeto de aprendizaje.	contenido, saberes,
Enseñanza	Palabras vinculadas a los aportes para la reflexión sobre la práctica docente.	reajuste, corrección
Formas de evaluar	Palabras vinculadas a los tipos de evaluación y a los instrumentos.	formativa, prueba
Objetivo	Palabras relacionadas con la finalidad de la evaluación.	retroalimentación, calificación

En un segundo momento se realizó el procesamiento de la frecuencia de aparición de las categorías a través de las palabras mencionadas y de la importancia asignada a las mismas.

A los fines de poder identificar la estructura de las RS es necesario determinar en qué casos la frecuencia de menciones de las palabras incluidas en las categorías se considera alta o baja, lo mismo ocurre en relación con la importancia asignada, para la que es necesario diferenciar las categorías con importancia grande o pequeña. Así, el criterio utilizado [15] para decidir cuándo la frecuencia de aparición de cada categoría se consideraría alta o baja fue, teniendo en cuenta las frecuencias de todas las categorías, calcular el valor promedio. Luego, se comparó ese valor con el de cada categoría, considerando frecuencia alta los valores mayores o iguales al promedio y frecuencia baja a los valores menores al promedio.

En cuanto a la importancia asignada a cada categoría, se consideraron los promedios para cada una de ellas, obtenidos de los valores de importancia asignados a cada una de las palabras que ingresaron a las respectivas categorías (entre 1 y 5). Es decir, para cada categoría, de forma independiente, se promedió la importancia asignada a cada una de las palabras que ingresaron a esa categoría. Finalmente, se consideró que la importancia es grande cuando el valor del promedio para la categoría es menor que 3 y la importancia es pequeña cuando el promedio es mayor o igual a 3 [15], [16].

Teniendo en cuenta de forma conjunta los valores de frecuencia e importancia se llegó a identificar la estructura de la representación [14]:

- Núcleo: se conforma por las categorías con frecuencia alta e importancia grande, esta parte de la estructura es la que le da significado a la representación y, por lo tanto, la más resistente al cambio.

- Periferia: la integran las categorías con frecuencia alta e importancia pequeña y frecuencia baja e importancia pequeña. Esta zona de la representación es más flexible por lo que puede modificarse adaptándose al contexto e incorporando características individuales de los integrantes del grupo.

- Elementos de contraste: se ubican las categorías con frecuencia baja e importancia grande y nos dan cuenta de una representación alternativa presente en una minoría dentro del grupo.

3. Resultados

A continuación, se presenta la estructura identificada para los futuros docentes:

Tabla 2. Estructura de la representación social sobre evaluación de futuros docentes.

Estructura	Categorías
Núcleo	Aprendizaje
Periferia	Enseñanza Objetivo

	Formas de evaluar
Elementos de contraste	Contenidos

Como se observa en la Tabla 2, en el núcleo de las RS de los futuros docentes se ubica la categoría Aprendizaje, por lo que esta representación está focalizada en una vinculación entre la evaluación y los procesos de aprendizaje. El análisis de las palabras que incluye esta categoría muestra que la significación está puesta en que la evaluación debe ser un elemento que contribuya con el aprendizaje, favoreciendo al mismo tiempo el desempeño de los estudiantes.

En la zona de la periferia se ubican las categorías Enseñanza, Objetivos y Formas de evaluar. Estas categorías complementan la estructura de la RS y fortalecen el núcleo ya que al analizarlas se detectan, para la primera categoría, palabras que reflejan la idea de reflexión y reorientación de la propia práctica de enseñanza; para la segunda categoría, palabras que explicitan diferentes propósitos de la evaluación relacionados tanto con la valoración de los procesos y la producción de los estudiantes como también con la puntuación o calificación y, finalmente para la categoría Formas de evaluar, palabras asociadas a instrumentos de evaluación tales como prueba, examen, actividades, consignas, etc.

Por último, en los elementos de contraste aparecen términos vinculados a la categoría Contenidos, que hacen referencia a los saberes estudiados y que representan la opinión de una minoría y no integran la RS que predomina en el grupo, como ya se adelantó.

Al analizar estos resultados es posible considerar que la opinión de los futuros docentes podría estar influenciada por una formación marcada por el acceso inmediato a la información [7], por lo que la mayoría de ellos no les otorga tanta importancia a los contenidos, atendiendo a que estos se encuentran permanentemente disponibles, antes bien privilegian la evaluación como registro de evidencias de los procesos de construcción progresiva del aprendizaje [8].

En la Tabla 3 se presenta la estructura de las RS identificada para los docentes:

Tabla 3. Estructura de la representación social sobre evaluación de docentes.

Estructura	Categorías
Núcleo	Aprendizaje Enseñanza
Periferia	Objetivos Forma de evaluar Contenidos
Elementos de contraste	

El núcleo de las representaciones de los docentes presenta elementos de las categorías Aprendizaje y Enseñanza. De este modo se observa una vinculación de la evaluación tanto con el aprendizaje, entendido como un proceso de construcción, como

con la enseñanza expresando opiniones que valoran la evaluación en la reorientación de la práctica docente para contribuir con el aprendizaje de los estudiantes. Esta apreciación coincide con el punto de vista de Anijovich y González [3] que consideran que la evaluación permite a docentes y estudiantes revisar estrategias, logros y dificultades.

En la zona de la periferia se ubican tres categorías, en este caso las que complementan y refuerzan principalmente al núcleo de la representación son Objetivos y Formas de evaluar, dado que aparecen con mayor frecuencia. Respecto de la primera, las palabras relacionadas con los propósitos de la evaluación reflejan la idea de valoración de los procesos y también de calificación. En este mismo sentido, Mejía Pérez [7] indica que la demanda contemporánea de la evaluación es la de recuperar evidencias de procesos y de adquisición progresiva de conocimientos y capacidades. Teniendo en cuenta la segunda categoría, las palabras asociadas a formas de evaluar refieren a tipos de evaluación según instancias del proceso y quién evalúa. Finalmente, la tercera categoría que integra esta zona es Contenidos, en la que se incluyen palabras relacionadas con los contenidos a enseñar.

Para este grupo no hay elementos de contraste, lo que indica que no hay evidencias de una representación alternativa de una minoría.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos para los futuros docentes indican que la principal significación de su representación está centrada en los procesos de aprendizaje, si bien –considerando la periferia- también expresan una valoración de la evaluación como una posibilidad del docente de reflexionar sobre su práctica. La centralidad de su representación puede atribuirse a que todavía se posicionan desde su papel de estudiantes. Esto resulta coherente con la mirada de la teoría de las RS que señala que estas representaciones se construyen en la interacción dentro del grupo social de pertenencia [11].

Por otra parte, las representaciones de los docentes muestran una visión más integral de la evaluación, atendiendo a los aportes de esta como parte de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Mirando en forma conjunta ambas representaciones vemos como puntos de coincidencia la valoración realizada de los propósitos de la evaluación en cuanto a que permite conocer los procesos de construcción del aprendizaje como así también los resultados alcanzados.

Finalmente, una de las mayores diferencias que se identifica es en cuanto a las opiniones sobre las formas de evaluar. Así, los futuros docentes enfatizan el aspecto instrumental –los instrumentos concretos-, mientras que los docentes consideran también otros aspectos como las instancias y los sujetos responsables de la evaluación.

Se hace necesario seguir profundizando sobre esto para conocer las causas que subyacen a las representaciones identificadas, ampliando el alcance de la investigación a través de la participación de un mayor número de docentes y futuros docentes.

5. Referencias

- [1] Litwin, E. (2010). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza. En R.W. de Camilloni, A., Celman, S., Litwin, E. y Palou de Maté, M.d.C. *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós.
- [2] Santos Guerra, M. A. (2005). Evaluar es comprender. De la concepción técnica a la dimensión crítica. *Revista Investigaciones en Educación*, 5(1),67-85.
- [3] Anijovich R y González, C. (2011). *Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: Aique.
- [4] Mazzitelli, C., Guirado, A. y Olivera, A.(2013). Las evaluaciones en Física y en Química: ¿qué aprendizaje se favorece desde la enseñanza en la educación secundaria? *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1),143-159.
- [5] Torres, A. M. (2013). Representaciones sociales sobre el proceso evaluación desde la mirada de docentes de 1º Año Básico en establecimientos municipalizados urbanos de la comuna de Quilpué. *Estudios Pedagógicos* (Valdivia), 39(1),285-304.
- [6] Alcaraz Salarirche, N. (2015). Aproximación Histórica a la Evaluación Educativa: De la Generación de la Medición a la Generación Ecléctica. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 8(1), 11-25.
- [7] Mejía Pérez, O. (2012). De la evaluación tradicional a una nueva evaluación basada en competencias.*Revista Electrónica Educare*,16 (1),27-46.
- [8] Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2017). *La evaluación como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
- [9] Davini, M. (2015). *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires: Paidós
- [10] Tovar-Gálvez, J. (2008). Fundamentos y líneas de trabajo propuesta de modelo de evaluación multidimensional de los aprendizajes en Ciencias Naturales y su relación con la estructura de la Didáctica de las Ciencias. Universidad Antonio Nariño, Facultad de Educación. Bogotá, Colombia. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3),274-292.
- [11] Jodelet, D. (1986). La representación social: fenómenos, concepto y teoría. *Moscovici, Serge (comp.), Psicología Social II, Barcelona, Paidós*, 469-494.
- [12] Abric, J.C. (2001). *Prácticas sociales y representaciones*. México: Coyoacán.
- [13] Mazzitelli, C., Guirado, A. y Laudadio, M. (2018) Estilos de Enseñanza y Representaciones sobre Evaluación y Aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 11(1),57-72.
- [14] Mazzitelli, C. (2007). El aprendizaje de la Física como reelaboración conceptual a la luz de algunas teorías psicosociales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza-Argentina.

- [15] Graça, M.; Moreira, M.A. y Caballero, C. (2004). Representações sobre a Matemática, seu ensino e aprendizagem: um estudo exploratório. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 9 (1), 37-93.
- [16] Mazzitelli, C.; Aguilar, S.; Guirado, A. y Olivera, A. 2009. Representaciones sociales de los profesores sobre la docencia: contenido y estructura. *Revista Educación, Lenguaje y Sociedad*, 6(6),265-290.

Pedalar na cidade: ensino e a formação inicial docente

Wagner Duarte José¹, Helma Pio Mororó José²

¹ Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Bahia)

wagnerjose@uesb.edu.br

² Departamento de Ciências Naturais. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Bahia)

hpmororo@uesb.edu.br

Resumo. O texto analisa uma oficina sobre o tema Pedalar na cidade desenvolvida com licenciandos em Física e História integrantes de um programa de iniciação à docência, por meio de tecnologias digitais de informação e comunicação. O referencial teórico-metodológico constituiu-se da abordagem temática e conceitual unificadora do conhecimento e do diálogo problematizador freiriano. As atividades foram realizadas no formato virtual, com suporte das plataformas *Google Meet* e *Mentimeter*, simulação interativa e vídeos do *YouTube*. Com o objetivo de destacar a potencialidade do processo cognoscente codificação-problematização-descodificação em torno do pedalar e sua possibilidade transversal curricular, os resultados foram analisados considerando o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo. Em conclusão, temas contemporâneos impregnados de conhecimentos complexos e pouco estruturados demandam novos olhares da formação inicial docente. A oficina configurou-se como inédito viável da prática educativa na perspectiva da interdisciplinaridade, contextualização, conscientização e ação cultural para a liberdade.

Palavras chaves: Pedalar na cidade. Ensino. Formação docente. Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo.

1 Introdução

Instituído pela Lei federal Nº 13.724/2018, o Programa Bicicleta Brasil (PBB) integra a Política Nacional de Mobilidade Urbana e propõe a criação de uma cultura favorável ao transporte ativo, à integração do modal bicicleta aos modais do sistema de transporte público coletivo e à implantação de rotas intermunicipais seguras para o deslocamento cicloviário [1]. Faz parte dos objetivos educativos do PBB o desenvolvimento de políticas públicas de educação para o trânsito e campanhas de divulgação dos benefícios da bicicleta como meio de transporte econômico, saudável e ambientalmente adequado, assegurada a sua boa convivência com os demais veículos.

A bicicleta não é apenas um meio de transporte, entretenimento ou material esportivo, mas um equipamento científico-tecnológico essencial para a educação

como prática da liberdade [2] no tocante à mobilidade ativa e sustentável [3]. Temáticas como “Pedalar na Cidade” são contemporâneas, representam contextos, diversos, complexos e pouco estruturados, de extensa envergadura para práticas escolares contextualizadas e interdisciplinares.

Demandas como essas para a formação inicial de professores compreendem uma vasta gama de saberes docentes [4]. No Brasil, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) vem incentivando essas ações de aproximação sistemática com a escola em escala nacional, possibilitando uma ampla visão do ensinar, da escola e da profissão docente [5].

Este texto relata e analisa uma situação de ensino desenvolvida nos primeiros meses de 2021 sobre o tema *Pedalar na cidade* junto a licenciandos em Física e História integrantes do PIBID da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), em Vitória da Conquista – Bahia. Seu objetivo é destacar a potencialidade do processo cognoscente codificação-problematização-descodificação em torno do pedalar e sua possibilidade transversal curricular com suporte de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Adotou-se como referencial teórico-metodológico o diálogo problematizador freiriano [2] e a abordagem temática e conceitual unificadora do conhecimento [6] firmada em quatro *conceitos unificadores* supradisciplinares e potenciais pontes entre cultura primeira e cultura elaborada, quais sejam: *transformações, regularidades, escala e energia*. Estes conceitos foram articulados com a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), de Spiro e colaboradores [7], por meio de mini-casos representativos do ato de pedalar em diferentes cidades.

A discussão dos resultados leva em conta a contribuição das TDIC nesse processo a partir do conceito de *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo* (CTPC), que se constitui em um conhecimento profissional base para o ensino de conteúdos curriculares integrando tecnologias e pedagogia de forma diferenciada, de acordo com as necessidades de aprendizagem dos estudantes [4]. Seu pressuposto central considera que ensinar envolve o domínio de uma habilidade cognitiva complexa que ocorre em um ambiente dinâmico e pouco estruturado. A natureza desse conhecimento possibilita a reflexão sobre a formação docente no atual contexto de isolamento físico oriundo da pandemia mundial de Covid 19 causada pelo vírus *Sars-Cov 2*.

2 Contexto e Metodologia

O PIBID é desenvolvido pelo Ministério da Educação e implementado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desde o ano de 2007, por meio de edital nacional. No Edital do ano de 2020, instituições de ensino superior públicas e privadas que possuem cursos de licenciatura propuseram projetos institucionais abrangendo vários subprojetos e concorreram entre si conforme as regras e prioridades estabelecidas. Todo subprojeto é coordenado por um docente da instituição e agrupa três núcleos, cada um contendo um supervisor (professor da educação básica), oito bolsistas e até dois voluntários (licenciandos), organizados por escola.

Atualmente a UESB está desenvolvendo 12 subprojetos sendo 7 no *Campus* de Vitória da Conquista. Uma das ações do subprojeto Física consiste em desenvolver estudos e pesquisas em torno de temas contemporâneos, prospectando ações contextualizadas do cotidiano científico e tecnológico para a sala de aula, articuladas às habilidades e competências regulamentadas na Base Nacional Comum Curricular [8].

Como parte dessas atividades de estudo, foi realizada uma oficina com o tema *Pedalar na cidade* junto aos PIBIDIANOS de dois subprojetos, Física (em janeiro de 2021, com duração aproximada de 240 minutos) e História (em fevereiro de 2021, em aproximadamente 200 minutos). O interesse do subprojeto História pela oficina se deu pela possibilidade de se estabelecer uma parceria para o desenvolvimento de atividades nas escolas vinculadas a estes dois subprojetos.

No atual contexto pandêmico, a temática do pedalar na cidade foi amplificada pelas demandas de deslocamento que garantissem o isolamento físico, bem como a possibilidade do uso da bicicleta como meio de atividade física em espaços abertos. Em que pese as vias de trânsito menos movimentadas, reivindicações que já existiam em prol desse modal por melhores condições de infraestrutura, segurança, respeito ao trânsito, entre outras, ganharam maior fôlego [9].

Considerando a formação inicial docente como a centralidade do PIBID e a necessidade de distanciamento físico, todas as atividades da oficina foram realizadas em formato virtual, utilizando a plataforma *Google Meet* de vídeo chamadas para comunicação síncrona entre participantes e professor. Esta plataforma foi adotada oficialmente pela UESB para o desenvolvimento do ensino remoto emergencial desde setembro de 2020 e possui as informações criptografadas em trânsito, usando as mesmas proteções do *Google* (<https://apps.google.com/intl/pt-BR/meet/>).

Tendo a TFC como referência, seguiu-se de perto a organização de mini-casos realizada por José, José e Bastos [10] com vídeos disponibilizados pela plataforma *YouTube* na rede *internet*. Para a interação com os participantes foi confeccionada uma pauta dialógica [11] composta de questões problematizadoras das situações emblemáticas e desafiadoras apresentadas em cada mini-caso.

Com o objetivo de destacar conhecimentos físicos que permitem compreender o movimento constante e seguro, desejável no ato de pedalar, foi incorporada no primeiro mini-caso a simulação interativa “forças e movimento: noções básicas”, disponibilizada no portal *PhET* (https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html).

A cada mini-caso exposto utilizou-se a plataforma *Mentimeter*, na versão de uso gratuito disponível em <https://www.mentimeter.com/>, visando desenvolver a interação síncrona com os participantes e manter o registro das respostas às questões problematizadoras. Esse *site/aplicativo* tem sido utilizado como recurso didático em diversas situações de ensino não presencial, *online* ou remoto, com resultados muito satisfatórios para a comunicação entre professor e estudantes, numa via de mão dupla [12].

3 Resultados e discussão

Participaram da oficina dois grupos de pibidianos, sendo 15 do curso de Física (representados por “Fis”) e 19 de História (representados por “His”), dentre estes, duas professoras coordenadoras. Para apresentação dos resultados e sua discussão, as respostas à pauta dialógica em cada mini-caso foram organizadas e sistematizadas destacando as ideias mais recorrentes e trazendo algumas falas como exemplos.

Mini-caso 1: “Cycling in Malmö” [13]

Pauta dialógica: A) *Quais as suas percepções sobre o pedalar? Como pedalam, onde estão pedalando, como o ato de pedalar está organizando?* B) *Quais regularidades/transformações estão associadas ao pedalar na cidade?*

Os grupos ressaltaram como a organização na cidade e as transformações no espaço urbano (infraestrutura) tornam o ato de pedalar seguro e prazeroso, com possíveis impactos positivos na saúde, meio ambiente, bem-estar e estilo de vida.

Pedalar proporciona um estilo de vida melhor, é um meio de transporte que possibilita apreciar o ambiente. A cidade mostrada no vídeo possui uma estrutura que possibilita a facilidade de deslocamento da bicicleta com segurança (Fis).

A atividade pode ser vista como um benefício que está intercalado entre o pessoal, o coletivo e o ambiental, as pessoas do vídeo pedalam de modo tranquilo e rotineiro, pelas ruas, pelos trabalhos e universidades, há grande mobilidade e planejamento (His).

Ainda dentro do mini-caso 1, a simulação interativa correspondeu à seguinte pauta dialógica: *O que acontece com nosso movimento quando paramos de pedalar uma bicicleta? Sintetize suas impressões sobre o desenvolvimento dessa atividade.*

Os participantes refletiram sobre como a regularidade para o pedalar viabilizada por ciclovias, rampas, sinalização e respeito ao ciclista é importante para manter o movimento com velocidade constante na mobilidade urbana. Entretanto, respostas como “Continuamos em movimento a depender do atrito do terreno” (His) e “Continuará em movimento até que força se iguale a força de atrito cinético” (Fis) revelaram concepções do senso comum associadas às Leis de Newton que necessitam ser trabalhadas com maior profundidade em momentos posteriores. Isto porque o *Conhecimento do Conteúdo* [4] também precisa estar em sintonia com propostas de perspectiva interdisciplinar, nas quais a fluidez e interconexão de conhecimentos de várias áreas estão em xeque.

A atividade possibilitou a ampliação do processo de codificação-problematização-descodificação. *Regularidades* em ciclovias, sinalização e respeito ao trânsito de ciclistas, situações verificadas ao longo do primeiro vídeo, são condições ótimas que asseguram a mobilidade cotidiana. Para tanto, requerem *transformações* estruturais

nas vias públicas através de uma nova cultura acerca do ato de pedalar e seus benefícios individuais e coletivos.

Pedalar se torna na atualidade uma ação extremamente importante na questão da saúde, ambiente e de mobilidade urbana, no entanto nossa cidade precisa se transformar para atingir critérios de pedalar com segurança. Além disso a legislação é necessária (His).

Pedalar vai além de ser somente um exercício ou para uma melhoria na saúde. O ato traz uma discussão de como conceitos físicos são aplicados em atividades simples do dia-a-dia, que por muitos é despercebido por falta de conhecimento científico (Fis).

Mini-caso 2: “Ciclismo Holandês” [14]

Pauta dialógica: *Como a discussão dos dados e dos temas saúde, meio ambiente, economia, sociabilidade e pluralidade cultural favorecem o ato de pedalar na cidade?*

Os participantes ressaltaram que a problematização de dados e informações sobre estes temas possibilita maior interesse, adesão ao uso da bicicleta e atenção para as políticas públicas, implicando em mudança de consciência e novos hábitos.

Os dados sobre a saúde já é um grande incentivo para o pedalar na cidade. Os dados expostos no vídeo desde saúde até pluralidade cultural, mostra como andar de bicicleta melhora, não somente a saúde, mas toda uma sociedade (Fis).

Sem dúvida, estes dados podem incentivar o uso da bicicleta. Acredito também que isto deve estar associado a políticas públicas de incentivo ao uso da bicicleta e claro criar meios seguros para isso (His).

Estes registros atestam a viabilidade do PBB a médio prazo em maior escala se estiver acoplado às atividades escolares, tendo em vista que a proposta desse programa é criar uma cultura favorável ao transporte ativo e à conscientização da sociedade quanto aos efeitos indesejáveis da locomoção urbana por meio de automóveis, em detrimento do transporte público e de alternativas não motorizadas.

Mini-caso 3: “Pedal por Recife” [15]

Pauta dialógica: *Destaque até três palavras que permitem identificar no vídeo as condições para pedalar em Recife, Estado de Pernambuco.*

Para registro e visualização da percepção dos participantes sobre as condições para pedalar na cidade de Recife, optamos por utilizar a ferramenta “nuvem de palavras” da plataforma *Mentimeter*, cujo resultado está apresentado na figura 1, a seguir:



Fig. 1. Nuvem de palavras sobre as condições para pedalar em Recife (grupo de História à esquerda e de Física à direita).

Observa-se nessa figura o contraste da percepção dos dois grupos que revelou aspectos complementares no contexto do vídeo (visualizado até o instante 5:56 min). As palavras mais citadas, “insegurança” no grupo de História e “incentivo” no de Física, aparecem em evidência no centro da figura. Por exemplo, há “incentivo” para pedalar em locais em ciclovias e, na falta desta estrutura, esse ato é “inseguro”.

Outra questão da pauta, *Como a comunidade tem se organizado para melhorar/transformar o ato de pedalar em Recife?*, cumpriu satisfatoriamente o objetivo de destacar a organização da comunidade com ações coletivas em torno do compartilhamento comunitário de bicicletas e de reivindicações por políticas públicas para o setor.

A sociedade tem se organizado para chamar a atenção do poder público e exigir transformação na mobilidade urbana (His).

Por meio de um projeto social que recupera bicicletas usadas para utilização coletiva, oferecendo oficinas para crianças e adultos buscando incentivar o ato de pedalar e a sua importância para uma sociedade (Fis).

Mini-caso 4: “How the Dutch got their cycle paths” [16]

Pauta dialógica: *Descrever como as transformações e mudanças destacadas no vídeo favorecem a mobilidade urbana por meio da bicicleta.*

Os comentários a respeito do vídeo atestaram sensibilidade dos dois grupos com as transformações sociais, econômicas e ambientais em Amsterdã e seus impactos na mobilidade urbana por meio da bicicleta.

Com a população informada sobre os benefícios da bicicleta, logo a pressão popular e necessidade, a cidade foi se desenvolvendo aos poucos até chegarem a uma logística satisfatória (Fis).

As mudanças destacadas no vídeo, que se deram por diversos fatores como o econômico, o elevado grau de

mortalidade, possibilitou o desenvolvimento de uma cultura baseada no transporte por bicicleta, que mudou drasticamente a forma de se locomover (His).

Elevado número de acidentes com crianças ciclistas e crise social, econômica, energética e ambiental mobilizaram a sociedade em prol da reestruturação do espaço urbano e de políticas públicas no sentido de criar uma cultura do pedalar que hoje é modelo para o mundo.

Mini-caso 5: “Cidade Bicicleta” [17]

Pauta dialógica: *Qual a importância das interfaces entre os modais dos transportes urbanos e a principal dificuldade de incluir a bicicleta nesses modais?*

Na discussão desse mini-caso, os grupos destacaram a importância da integração da bicicleta aos modais de transporte urbano em Salvador (Bahia) e como a infraestrutura, o planejamento e o investimento incipientes dificultam a interligação destes modais.

Tornar o transporte público mais rápido e prático, o que aumentaria o número de usuários, conseqüentemente, diminuindo o fluxo de automóveis no trânsito. Em relação às bicicletas, a grande dificuldade é a falta de infraestrutura e segurança (His).

A importância está em facilitar o acesso entre os principais pontos da cidade e uma das maiores dificuldades está em elaborar um projeto que funcione de maneira eficiente. Mas a maior dificuldade pensando no Brasil é investimento (Fis).

Considerando que o PPB destaca a importância de ações como a melhoria do sistema de mobilidade cicloviária e a inclusão dos sistemas cicloviários no planejamento espacial e territorial, a tomada de consciência sobre a capilaridade de sistemas modais interligados poderá favorecer as reivindicações em torno da bicicleta como veículo de mobilidade urbana sustentável.

Tendo em vista os objetivos da oficina, infere-se que as estratégias formativas desenvolvidas no escopo da articulação entre conceitos unificadores e mini-casos da TFC balizaram o *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (CPC). Este é “um conhecimento típico do professor capaz de mediar a transformação de conhecimentos mais gerais, conceituais, disciplinares, em conhecimentos ou conteúdos programáticos mais compreensíveis aos futuros professores” [18, p.162]. Estes autores argumentam que o termo CPC distingue um conhecimento específico do professor para o ensino, combinando o conteúdo da matéria e a pedagogia com a flexibilidade necessária a um processo de aprendizagem que leva em conta o nível de conhecimento dos alunos e o estilo mais adequado às contingências do ambiente.

Os resultados da oficina colocam em evidência a integração das TDIC ao CPC. O *Conhecimento Pedagógico da Tecnologia* (CPT), compreendido como a forma de

integrar certas tecnologias à prática educativa criticamente e com flexibilidade criativa em um contexto pedagógico [4], foi estruturante do *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo* (CTPC) durante a realização da oficina.

A abordagem problematizadora da temática *Pedalar na Cidade* por meio de minicaseos configurados como codificações do cotidiano científico tecnológico, em *escala* local e global, conectou a desejável fluência e flexibilidade da formação profissional com os conhecimentos científicos, tecnológicos, pedagógicos e contextuais [4]. Não restritivos do estatuto de ser professor, pôr em prática o CTPC potencializou olhares mais abrangentes, questionadores do mundo e da relação que estabelecemos com ele [19].

4 Considerações finais

“Essencial para pedalar diariamente na cidade com sustentabilidade, especialmente para o ciclista trabalhador estudante, é ter responsabilidade pessoal e social” [10, p. 7]. Se pedalar na cidade é uma atividade aprendida e não natural inserida na rotina da vida diária, se um número grande de trabalhadores faz dessa modalidade de deslocamento o seu principal meio de ir e vir [20], é imperativo que o tema *Pedalar na Cidade* seja ensinado na escola visando o exercício da cidadania ativa como ação cultural para a liberdade [2].

Temas contemporâneos como esse impregnados de conhecimentos complexos e pouco estruturados [7] são desafiadores para o ensino científico e tecnológico e para a formação inicial docente. As análises aqui apresentadas, pautadas no *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo*, sugerem que a interação dialógico-problematizadora viabilizada pelas TDIC possibilitou uma melhor compreensão do problema e sua vinculação com situações cotidianas e resultou em ganhos de conhecimento científico e educacional no campo da interdisciplinaridade, contextualização, conscientização e ação cultural para a liberdade [21].

5 Referências

- [1] BRASIL, Lei Federal Nº 13.724, de 4 de outubro de 2018. Institui o Programa Bicicleta Brasil (PBB) para incentivar o uso da bicicleta visando à melhoria das condições de mobilidade urbana. Available: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2018/lei-13724-4-outubro-2018-787222-publicacaooriginal-156539-pl.html>.
- [2] P. Freire, *Educação como Prática da Liberdade*. 1ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1967.
- [3] M. L. Carvalho e C. M. Freitas, “Pedalando em busca de alternativas saudáveis e sustentáveis”, *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 17, no. 2, p. 1617-1628, 2012. Available: <https://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/pedalando-em-busca-de-alternativas-saudaveis-e-sustentaveis/10016?id=10016>

- [4] R. A. G. Cibotto e R. M. M. Anunciato, “TPACK - Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica”, *Imagens da Educação*, vol. 7, no 2, p. 11-23, 2017. Available: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/34615>
- [5] W. D. José *et al.*, “Bastidores do PIBID; saberes implicados na formação docente”, apresentado no 24º Simpósio Nacional de Ensino de Física, Santo André, 2021. Available: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiv/sys/resumos/T0330-1.pdf>.
- [6] J. A. P. Angotti, *Ensino de Física com TDIC*. 1ª ed. Florianópolis: UFSC-EAD-CED-CFM, 2015. Available: https://ppgect.ufsc.br/files/2016/01/Ensino_FSC_TDIC_1215.pdf.
- [7] R. J. Spiro, R. Coulson, P. Feltovich e D. Anderson, “Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Structured Domains”, apresentado na 10ª Conference of the Cognitive Science Society, Hillsdale, 1988. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/4826446.pdf>.
- [8] BRASIL. Ministério da Educação. “Base Nacional Comum Curricular”, Brasília, 2018. Available: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_sit e.pdf.
- [9] J. Rodrigues, “O ciclista do “novo normal” já existe, a cidade é que vai ter que mudar”, *Observatório das Metrópoles*, 11 de Junho de 2020. [Online]. Available: <https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/o-ciclista-do-novo-normal-ja-existe-a-cidade-e-que-vai-ter-que-mudar/>. [Acessado em: 14 de Setembro de 2021].
- [10] H. P. M. José, W. D. José e F. P. Bastos, “O ato de pedalar e a flexibilidade cognitiva em sala de aula: transversalidade curricular em meio ambiente, saúde e pluralidade cultural”, *Revista Cenas Educacionais*, Caetité – Bahia, vol. 3, no. e8620, p. 1-17, 2020. Available: <https://revistas.uneb.br/index.php/cenaseducacionais/article/view/8620>
- [11] I. Abegg, F. P. Bastos e W. D. José. “Ensino da Luz e suas interações com dispositivos móveis”, in *Sobre educação e tecnologia: processos e aprendizagem*, R. I. Busarello, P. Biegging E V. R. Ulbricht, Eds. São Paulo: Pimenta Cultural, 2015, pp. 241-254.
- [12] T. Guimarães e D. F. De Freitas, “A utilização do Mentimeter como estratégia de interação entre professores e estudantes nos cursos de saúde”, apresentado no Integra EAD 2020, Campo Grande, 2020. Available: <https://periodicos.ufms.br/index.php/IntegraEaD/article/view/11867>
- [13] BicycleDutch, *Cycling in Malmö (Sweden)*. (Out. 12, 2018). Accessed: Jan. 12, 2021. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=FXZyF1ZXPiY&t=22s>.
- [14] BicycleDutch, *Ciclismo Holandês*. (Jan. 01, 2019) Accessed: Jan. 12, 2021. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=ayPDiDi9Ug4>

- [15] Bike é Legal, *Pedal por Recife - sobram ciclistas e faltam ciclovias*. (Dec. 28, 2018) Accessed: Jan. 12, 2021. [Online Video]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=hUh_9nLO2wc
- [16] BicycleDutch, *How the Dutch got their cycle paths [158]*. (Oct. 09, 2011) Accessed: Jan. 12, 2021. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=XuBdf9jYj7o&t=63s>
- [17] Governo do Estado da Bahia, *Cidade Bicicleta*. (Dec. 20, 2012) Accessed: Jan. 12, 2021. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=uupDaq1El3c&t=7s>
- [18] V. Ramos, A. B. S. Graça e J. V. Do Nascimento, “O conhecimento pedagógico do conteúdo: estrutura e implicações à formação em educação física”, *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, vol. 22, no 2, p. 161-171, 2008. Available: <https://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/16691>
- [19] P. Freire, *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.
- [20] T. R. F. Pereira e A. S. Pereira, “Transporte público coletivo em Vitória da Conquista-BA: a geografia da mobilidade e da segregação socioespacial”, *Revista Extensão & Cidadania*, vol. 4, nº 17, p. 88-102, Jan/Jun 2017. Available: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/recuesb/article/view/2413>
- [21] P. Freire, *Ação cultural para a liberdade e outros escritos*. 5ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1981.

Problematizando contenidos en la virtualidad en formación docente en física

Ernesto Cyrulies
Universidad Nacional de General Sarmiento (Argentina)
ecyrulie@campus.ungs.edu.ar

Resumen. Se presenta una secuencia de trabajo desarrollada en ocasión de una enseñanza a distancia de la materia *Laboratorio para la Escuela Secundaria* del profesorado de Física de la Univ. Nacional de Gral. Sarmiento. Se describe la clase sincrónica centrada en una situación problemática para ser discutida con los estudiantes y resuelta en grupos. La propuesta incluyó mediciones de una maqueta naval utilizada como modelo didáctico a escala y se aplicó una modelización matemática para resolverla. Se realiza un análisis de los resultados obtenidos que resultaron de interés en la materia que cuenta con una mirada didáctica puesta en actividades experimentales con elementos sencillos.

Palabras clave: Modelización. Actividades de laboratorio. Enseñanza en la virtualidad

Abstract. A sequence of work developed in distance teaching of the subject *Laboratory for the Secondary School* of the Professorship in Physics at the National University is presented. The synchronous class about a problem situation is described to be discussed with the students and solved in groups. The proposal included measurements of a naval model used as a didactic scale model and mathematical modeling was applied to solve it. An analysis of the results obtained that were of interest in the subject is carried out where a didactic look is developed on experimental activities with simple elements.

Keywords. Modeling. Laboratory activities. Teaching in virtuality

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias y de la física en particular, demanda actualmente el diseño de propuestas en formatos variados. Se reconoce también el importante rol que cumple el laboratorio didáctico en la enseñanza de la física, y más profundamente para algunos contenidos. Cuando involucra actividades experimentales la enseñanza se torna especialmente compleja [1]. Considerando el importante lugar que tienen en la formación de profesores, resulta necesario además su análisis profundo como espacio formativo para la profesión. Son muchos los enfoques que se ponen en juego actualmente, entre ellos se tiene el planteo de situaciones problemáticas donde los contenidos del currículo encuentren un contexto. Diversos autores recomiendan, ya desde hace muchos años esta forma de enseñanza, particularmente si incorpora actividades investigadoras y posibles en un formato escolar [2], [3]. Problematizando las actividades de enseñanza se promueven nuevos conocimientos conceptuales por las posibilidades que brinda el contexto de la resolución del problema. Con esto, además

es posible que los estudiantes participen más activamente en la propuesta del docente, motivados, por una mayor relevancia que pueda atribuirse a los contenidos (problematizados) si éstos se ven más dotados de sentido. La resolución de las situaciones problemáticas suele requerir un andamiaje ajustado [4], [5] sin el cual los estudiantes podrían no ser capaces de resolverlas por sí mismos, pero al mismo tiempo debe permitirles el desarrollo de su autonomía. Si además el trabajo se propone en un marco colaborativo genera mayor diversidad de aprendizajes por los diferentes saberes de los estudiantes; entre ellos ocurren procesos interaccionales ausentes en situaciones de estudio individual [6].

Por otro lado, además de las consideraciones anteriores y tenidas en cuenta en este trabajo, resulta necesario contemplar la modelización como recurso en la enseñanza de las ciencias. Se tienen diferentes acepciones, entre las que se cuenta el uso de los modelos propios del ámbito científico; es el caso de los modelos físicos, matemáticos y los que representan aspectos de un fenómeno o de una configuración geométrica.

Acordamos con [7], en que los modelos en la enseñanza, además de ser instrumentos, enseñan algo sobre lo que representan a partir de la forma científica de pensar que generan. Asumimos en el presente trabajo tres atributos de la modelización que consisten en la descripción, la explicación y la posibilidad de prever fenómenos en un entramado de conceptos y proposiciones interrelacionados en una estructura representativa.

Por otra parte, se tiene el concepto de modelo como analogía. Un modelo analógico tiene propósitos comparativos para facilitar el aprendizaje; sirven de puente a partir de los atributos y relaciones comunes a los dos sistemas que se desean comparar [8]. Pero eso también tiene validez para los casos en que la representación está dada por un elemento concreto, modelo del objeto real considerado en el estudio que se proponga. En relación a esto tomamos de [9] que la analogía debe ser concreta y capaz de presentarse por medio de una imagen o de un objeto tangible, pero señalamos además la importancia de resaltar todas las características esperables en el análogo considerando todas las otras donde no se establece su correspondiente. En nuestro caso, esto estuvo en juego en una maqueta donde sólo los atributos de forma establecidos por escala y densidad fueron los considerados. En la experiencia que aquí presentamos se hizo uso de una modelización geométrica que permite resolver una situación problemática a partir de datos obtenidos experimentalmente. Así, la actividad permitió discutir, en formación docente, lo que [10] exponen como las representaciones referentes a la interpretación de los datos experimentales dentro de un modelo.

La actividad es desarrollada durante una clase a distancia de la materia *Laboratorio para la Escuela Secundaria* del profesorado de Física de la Universidad Nacional de **XX**. En la misma se cuenta con una mirada didáctica puesta particularmente en actividades experimentales con elementos sencillos o al menos accesibles. En este caso se trata de una clase sincrónica centrada en una situación problemática para ser discutida con los estudiantes y ser resuelta en grupos. Todas estas actividades mediadas por conexión a internet. Lo particular de la propuesta fue que, motivado por el aislamiento social debido a la pandemia producida por el COVID, el docente realizó las mediciones necesarias sobre una maqueta (construida en madera con las proporciones de un submarino real), para que los estudiantes puedan resolver el problema. El uso de dicho elemento para el desarrollo de la experiencia también se inscribió dentro de uno de los propósitos de la materia que es promover la construcción

de material didáctico atendiendo a que en muchas instituciones no se cuenta con dispositivos comerciales para la enseñanza. Esto también motiva algo interesante que también sostiene [11], y es que los docentes diseñen y construyan sus propios dispositivos de acuerdo a sus propuestas de clases en lugar de adaptarlas a los equipos existentes.

2. Descripción de la actividad

La propuesta se planteó de modo tal que los estudiantes debían resolverla como una actividad problematizadora de algunos conceptos básicos de la física, pero con la intención de generar una mirada crítica sobre la práctica. Esto se propuso en función de los objetivos de la materia donde se plantea un trabajo que incorpora el análisis de actividades de laboratorio para el nivel medio.

Para lograr mayor claridad de la propuesta escrita se dividió en cuatro secciones que denominamos *Introducción*, *situación*, *¿Con que contamos?* y *¿Cómo resolvemos el problema para poder responder la pregunta?* En ese orden las recibieron los estudiantes en un documento. Se transcribe a continuación.

1. Introducción:

Un submarino puede navegar como un barco, es decir sobre la superficie del agua, y también puede hacerlo sumergido. ¿Cómo se consigue eso? Podemos entender que, si de alguna manera se modifica la densidad neta del submarino, flotará o se sumergirá a voluntad.

Para lograr lo anterior los submarinos poseen tanques (lastres) que pueden ser llenados, parcial o totalmente, con agua del mar a través de un sistema de aire comprimido. Al llenarlos, aumenta la densidad y se sumerge; al vaciarlos, flotan.

Modelo considerado: TR1700

Longitud (eslora): 65,93 m

Masa (sin considerar el agua de los tanques): 2140 toneladas (Con propulsión convencional)

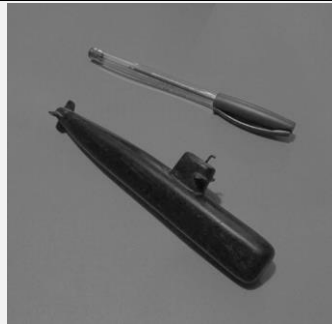


2. Situación:

Existió un proyecto (real) para incorporar propulsión nuclear a estos antiguos submarinos. Esta importante modificación, el cambio de motor Diésel por un reactor nuclear, necesariamente implicaba un cambio en el peso de la nave (y de la densidad m/v debido a que el volumen externo no cambia). Para mantener las mismas prestaciones de inmersión, lo anterior obliga a modificar los tanques (lastres) originales y plantea la siguiente pregunta: **¿Qué volumen deberán tener cómo mínimo los tanques (lastres) para que permitan sumergirse al submarino cuando se llenen con agua?**

3. ¿Con que contamos?

Para determinar el volumen de agua necesario, contamos con una maqueta a escala del TR-1700. Para obtener la flotación adecuada, la densidad del submarino real con la nueva motorización, y sin lastre, ya está estipulada por diseño y es la misma que la de la maqueta (la que es menor a $1\text{kg}/\text{dm}^3$ para que el submarino flote).



4. ¿Cómo resolvemos el problema para poder responder la pregunta?

Podemos encontrar la relación entre las longitudes de la maqueta y del submarino real. A partir de esto es posible determinar la relación entre los volúmenes respectivos y con esto el volumen del submarino. Por otra parte, podemos determinar la densidad de la maqueta que es la misma del submarino con su nuevo diseño.

Con la densidad y el volumen del submarino podemos calcular el volumen mínimo necesario de los tanques para que comience a hundirse (tomamos para la densidad del agua $1\text{kg}/\text{dm}^3$)

3. Implementación de la actividad

Además de compartirse en una presentación, los estudiantes recibieron por chat el documento mencionado; la estrategia de trabajo consistió en brindar un tiempo para su lectura y discusión en pequeños grupos sobre la forma de resolverlo (en “salas” que permite la plataforma de videoconferencia). El docente tuvo sus primeros intercambios con los mismos con la intención de asegurarse de que la consigna sea comprendida adecuadamente y escuchar las primeras ideas para encontrar la solución.

Posteriormente se compartieron dos diagramas del tipo que hemos denominado en la materia como “esquema para pensar el problema”, idea que tomamos de los trabajos de [12]. Consiste en dar indicios más o menos generales a los estudiantes para la resolución del problema sin precisar con detalle los pasos que deben seguirse. Esto tiene como propósito encauzar el trabajo por el camino de resolución necesario (si es que hay sólo uno). En las figuras 1 y 2 pueden verse los esquemas que vinculan los conceptos involucrados. Los conectores implican operaciones matemáticas no explicitadas. Se trata entonces de una guía, pero que al mismo tiempo permite conceder cierta autonomía en el proceso.

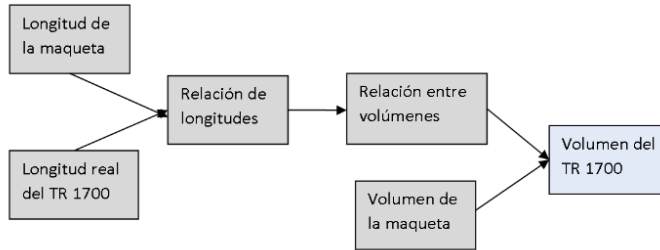


Fig. 1. Esquema para orientar como obtener el volumen del submarino a partir de los datos. Los recuadros representan cantidades numéricas asociadas a las magnitudes señaladas y los conectores (flechas) las relaciones entre las mismas que se logran a través de los cálculos.

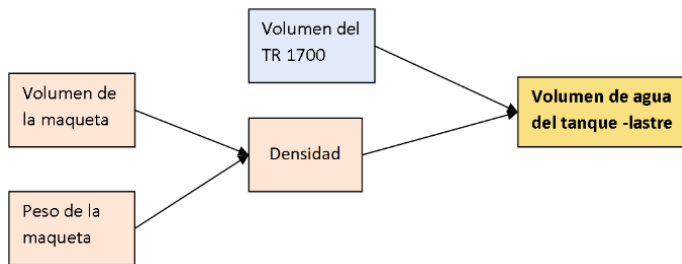


Fig. 2. Esquema para orientar como obtener el volumen del tanque a partir de los datos y del volumen calculado del submarino. Conserva la lógica del esquema anterior en su interpretación.

Luego del trabajo en grupos se propuso una puesta en común donde se expusieron resultados obtenidos o avances en la resolución.

Como se adelantó, el docente realizó las mediciones de longitud, masa y volumen de la maqueta con elementos en mesa de trabajo. Cabe aclarar que el volumen se determinó a través de una probeta (por volumen desplazado). Para una mejor visión de todo el proceso se dispuso una cámara web adicional sobre la mesa tomando la escena con las acciones en tiempo real. Los elementos se aprecian en la figura 3.



Fig. 3. Elementos utilizados en las mediciones por parte del docente.

Un tema central del trabajo, llegados a este punto, fue la construcción del modelo matemático para calcular el volumen del submarino. En el apartado “resultados” describimos el abordaje realizado por algunos estudiantes y que nos resultó de gran interés para su análisis. Detallamos a continuación el razonamiento necesario para una adecuada resolución y se muestran los esquemas que fueron utilizados durante una explicación en la clase.

Para comprender el modelo matemático que se contempló en la actividad es necesario considerar dos relaciones funcionales específicas. Tomando el caso de dos cuerpos de diferentes tamaños, pero con idénticas proporciones, la relación entre alguna de las dimensiones (por ejemplo, la relación entre longitudes correspondientes) elevada al cuadrado da como resultado la relación entre sus áreas respectivas y, si aquella relación es elevada al cubo, se obtiene la relación entre sus volúmenes. Para visualizar esta afirmación en un caso concreto resultó útil en la clase recurrir a la relación entre cubos de diferentes tamaños (por la simplicidad de la geometría)

En la figura 4 se muestran dos cubos, el de la izquierda mide 2 unidades de lado, dentro de él se ubican cuatro que miden 1. Para este caso la relación de tamaño, considerando sus aristas, es igual a 2. Pero también puede observarse que la relación entre sus volúmenes es igual a 8 (cantidad de cubos pequeños que podrían incluirse en el mayor). Si consideramos la relación entre las áreas correspondientes a ambos cubos puede verse que es igual a 4. Por otro lado, para el ejemplo de la derecha, donde se tiene una relación entre aristas igual a 3, la relación entre sus volúmenes es igual a 27 y entre sus áreas, 9.

Lo anterior no es estrictamente una demostración, pero puede comprobarse por medio de cálculos sencillos que las relaciones también se cumplen para otros cuerpos geométricos donde el modelo no resulta evidente; esto se sugirió como tarea posterior a la clase. Resulta un buen ejercicio además concebir cualquier cuerpo conformado por cubos elementales; si se aumenta el tamaño de todos ellos a una cierta medida, es fácil concebir que el cuerpo generado conservará las mismas proporciones que antes. Entonces, si la relación entre volúmenes de los cubos se cumple, de la misma manera se cumplirá para todo el cuerpo.

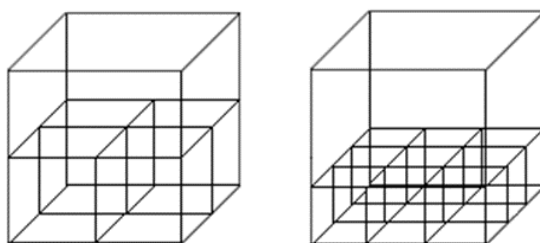


Fig. 4. Esquemas utilizados para interpretar el modelo geométrico. Con el de la izquierda puede verse que el cubo grande puede contener 8 cubos pequeños. En el de la derecha se ve que puede contener 27. Fuente: elaboración propia.

Con las anteriores consideraciones puede entenderse que si la maqueta posee las mismas proporciones que el submarino real, vale la siguiente proporción.

$$\left(\frac{L}{l}\right)^3 = \frac{V}{v} \quad (1)$$

Donde L : Longitud del submarino (66 m)
 l : longitud de la maqueta (medida con regla, 150 mm)
 v : volumen de la maqueta (obtenida con probeta, 46 ml)
 V : Volumen del submarino (obtenido a partir de la expresión 1)

Se ve entonces que con la anterior proporción se obtiene el resultado a través de aquel proceso graficado en el esquema 1. Luego, a partir de la densidad obtenida ($0,7 \text{ g/cm}^3$) con la medición de la masa y la del volumen de la maqueta se calculó la masa del submarino vacío. Finalmente, se consideró la masa de un volumen de agua igual al volumen del submarino y se le restó la masa de este último. Dicha diferencia dio el dato para obtener el volumen mínimo de los tanques (con éstos llenos se iguala la densidad del submarino a la del agua). Este último proceso de cálculo es el correspondiente al esquema de la figura 2. Si el resultado se expresa en m^3 , numéricamente será el mismo valor al correspondiente a la masa de agua en toneladas (por la densidad planteada en la consigna). El resultado obtenido fue 1175 m^3 .

El cálculo completo finalmente se realizó de manera colaborativa con todo el grupo extendido y pizarrón utilizado por el docente. Se tuvieron las consideraciones necesarias para evaluar las incertezas en las tres mediciones realizadas para resolver por propagación de errores la incerteza en el resultado, quedando este cálculo a cargo de los estudiantes luego de la clase. Se les solicitó un informe grupal ajustado a los propósitos de la materia donde se pidió un trabajo de mejora y adaptación de la consigna considerando la posibilidad de transferencia al nivel medio.

4. Resultados

La propuesta se planificó como aquí se presenta y se pudo desarrollar según lo esperado, recordando que se desarrolló íntegramente en la virtualidad. Se pudo realizar el acompañamiento docente necesario en sus diferentes etapas. Como se señaló, el docente además de cumplir un rol de guía del aprendizaje, estuvo directamente involucrado con su participación activa en las mediciones que debieron estar a su cargo. Los datos medidos, naturalmente, podrían haber sido incluidos por escrito, sin embargo, se consideró valiosa la manipulación del material concreto para dichas mediciones, por las características experimentales de la materia y porque ejemplificó un modo de trabajo poco tradicional dando así mayor lugar para la discusión en una materia de formación docente.

4.1. Sobre el modelo matemático

Se registró una tendencia en algunos estudiantes a plantear un planteo proporcional entre la relación tamaño/volumen de la maqueta y el objeto modelizado, operando con

un modelo (erróneo) que puede expresarse con la siguiente igualdad (letras previamente definidas).

$$\frac{L}{l} = \frac{V}{v} \quad (2)$$

Vinculando del modo precedente a los valores de longitud y volumen y operando con una “regla de tres” arroja un resultado absurdo para el volumen del submarino (20 litros frente a los 1175 m³ calculados correctamente). Fue una estrategia de la clase dar el tiempo necesario para finalizar dicho cálculo por parte de quienes lo proponían. Esto fue un importante disparador del debate sobre el uso de modelos matemáticos.

El planteo observado en (2) responde a lo que [13] presentan como aquel en la que las razones internas son iguales; de modo general $a/b = f(a)/f(b)$, donde la primera razón en nuestro caso relacionaría las longitudes correspondientes, de maqueta y submarino y la segunda la relación entre volúmenes respectivos. Entendemos que la causa de la elección de dicho planteo matemático puede estar en el arraigo del razonamiento proporcional, el cual se convertiría en el recurso más sencillo y conocido para modelar. Esto coincide con la opinión de varios autores [13], [14], [15]. Resulta necesario desarrollar la conciencia meta analógica como competencia para identificar situaciones no lineales. Elegir la relación funcional correcta requiere conocer las características y limitaciones de las posibles. Pero también demanda identificar los aspectos concretos del problema, la geometría involucrada, contexto de aplicación, etc., además de poder elaborar el planteo matemático adecuado [16].

Lo anterior, si bien no se identificó como una situación generalizada, permitió la discusión sobre el modelo matemático, momento en el cual resultaron de utilidad los recursos gráficos mostrados en la figura 4. Esto permitió una construcción colectiva del modelo que establece los fundamentos conceptuales de la actividad, pero además desde una discusión didáctica considerando la posible transferencia al nivel medio solicitada.

4.2. Sobre la transferencia

Los estudiantes hicieron interesantes sugerencias para mejorar la actividad y lograr simplificaciones para el nivel medio. Entre ellas, incorporar nuevos esquemas en la consigna mostrando la disposición de los tanques del submarino. Acordaron que sería necesario incorporar por escrito mayor andamiaje en el modelo matemático y recurrir en general a mayor uso del lenguaje gráfico para construir una consigna “más amigable” tal como lo señaló un estudiante. No obstante, conservaron como objetivo la problematización como estrategia de trabajo. Se excluyó la consideración de errores en las mediciones.

5. Conclusiones

Considerando las dificultades que implica la no presencialidad, los estudiantes consideraron productiva la clase, rescataron la importancia del modelo geométrico y

valoraron su contextualización sumando una mirada didáctica sobre la actividad. Aquel modelo, naturalmente es aplicable a todo cuerpo y con cualquier geometría, por lo que puede ser interesante aplicarlo a otras situaciones de enseñanza donde se plantee alguna problematización relacionada al tamaño y volumen. Si bien la actividad experimental, centralizada esencialmente en mediciones fue simple, nos abre interrogantes sobre las posibilidades que implica implementar situaciones de experimentación en la enseñanza a distancia, donde se imposibilita la operación directa de más de una persona sobre el material concreto. Entendemos que resulta interesante explorar este campo por su potencialidad didáctica, particularmente en tiempos de aislamiento social como el que nos obligó a repensar la implementación de nuestras actividades para la enseñanza y el aprendizaje.

6. Referencias

- [1] M. Séré, «La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, n° 3, pp. 357-36, 2000.
- [2] J. Guisasaola, M. Ceberio, J. Almudi y J. L. Zubimendi, «La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en cursos introductorios de física universitaria,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 29, n° 3, pp. 439-452, 2011.
- [3] J. Domènech Casal, «Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 31, n° 3, pp. 249-262, 2013.
- [4] B. Crujeiras y M. P. Jiménez, «Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 33, n° 1, pp. 63-84, 2015.
- [5] B. J. Reiser, «Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematizing Student Work,» *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 3, n° 13, pp. 273-304, 2004.
- [6] M. J. Baker, «Intersubjective and Intrasubjective Rationalities in Pedagogical Debates: Realizing What One Thinks,» de *Transformation of Knowledge through Classroom Interaction.*, Londres, Routledge, 2009, pp. 145-158.
- [7] R. Justi, «La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 24, n° 2, pp. 173-184, 2006.
- [8] J. Oliva, M. M. Aragón, J. Mateo y M. Bonán, «Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, n° 3, pp. 453-470, 2001.

- [9] J. M. Oliva, «El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias.» *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 3, n° 3, pp. 363-384, 2004.
- [10] E. Barolli, C. Laburú y V. Guridi, «Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de Investigación,» *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, n° 1, pp. 88-110, 2017.
- [11] G. Wurm, M. Marinelli, L. Fontana, S. Salomón y S. Ríos, «Desarrollo de instrumental de laboratorio controlado por sistemas embebidos,» *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 31, n° extra, pp. 741-747, 2019.
- [12] M. Pifarré y J. Sanuy, «La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en la ESO: Un ejemplo concreto,» *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, n° 2, pp. 297-308, 2001.
- [13] C. Fernández y S. Llinares, «Relaciones implicativas entre las estrategias empleadas en la resolución de situación lineales y no lineales,» *Revista Latinoamericana en Investigación en Matemática Educativa*, vol. 15, n° 1, pp. 9-33, 2011.
- [14] A. Sanz, J. Pozo, M. Pérez Echeverría y M. Gómez Crespo, «El razonamiento formal en expertos y novatos: el efecto del contenido,» *Revista de psicología general y aplicada*, vol. 49, n° 2, pp. 237-252, 1996.
- [15] «Razonamientos espontáneos asociados a la Modelación Matemática no lineal. Un análisis clínico,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.yumpu.com/es/document/read/14542801/razonamientos-espontaneos-asociados-a-la-modelacion->. [Último acceso: 20 9 2021].
- [16] J. Urgelles, «La modelización matemática: una herramienta válida en la enseñanza de las matemáticas universitarias,» *Revista Suma*, n° febrero, pp. 37-45, 2003.

Construir el concepto de sustancia vía el modelo corpuscular

López Álvarez, Alejandro¹ y Trejo, Luis Miguel²

¹Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Azcapotzalco, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México
alejandrolopezalvarez73@gmail.com

²Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
lmtrejocunam@gmail.com

Resumen. Se presenta el proceso de diseño y planificación de una secuencia de enseñanza aprendizaje en la Química del nivel preuniversitario para aplicar el modelo corpuscular de la materia para ayudar a construir el concepto de sustancia en el contexto de la contaminación del agua casera y que tiene relación con la meta relacionada a tratamiento de aguas del 6º objetivo de desarrollo sustentable de la ONU sobre garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Se utiliza la propuesta del educador Phil Johnson de construir un primer concepto macroscópico de sustancia al medir la curva de congelación de agua y otros materiales líquidos para distinguir sustancias y mezclas líquidas y entonces se aplica el modelo corpuscular de la materia MCM para explicar lo obtenido.

Palabras clave: Concepto de sustancia. Modelo corpuscular de la materia. Contaminación casera del agua. Educación preuniversitaria.

1. Introducción

La educación en el siglo XXI necesita estudiantes autónomos, críticos, comprometidos, solidarios, resilientes, etc. que construyan sus aprendizajes en un contexto cambiante y por momentos repentino e inesperado, como el actual desde marzo de 2019 con la pandemia del Covid. Se espera formarlos como personas que puedan dar respuesta a los retos de una sociedad cada vez más compleja, dinámica, plural, desigual, etc. para ayudar a transformar su comunidad en un sistema más justo, equitativo, solidario y sostenible [1]. Frente a los retos del tercer milenio para la educación en ciencia, es prioritario despojarse de manera gradual pero sostenida de aquella ciencia descontextualizada e incomprensible en su utilidad práctica para la mayoría de los estudiantes. Ante esta situación, un valioso marco de referencia es el propuesto por la UNESCO desde 2012 [2] que busca una educación para la ciudadanía mundial definida como un sentido de pertenencia a una comunidad más amplia y a una humanidad común y hace hincapié en la interdependencia política, económica, social y cultural y en las interconexiones entre los niveles local, nacional y mundial.

La educación para la ciudadanía mundial busca un educando informado y capacitado con espíritu crítico, socialmente conectado y respetuoso de la diversidad y éticamente responsable y comprometido. Supone tres dimensiones conceptuales básicas:

1. **Cognitivo:** Adquisición de conocimientos, comprensión y pensamiento crítico acerca de cuestiones mundiales, regionales, nacionales y locales, así como de las interrelaciones y la interdependencia de diferentes países y grupos de población.

2. **Socioemocional:** Sentido de pertenencia a una humanidad común, compartiendo valores y responsabilidades, empatía, solidaridad y respeto de las diferencias y la diversidad.

3. **Conductual:** Acción eficaz y responsable en el ámbito local, nacional y mundial con miras a un mundo más pacífico y sostenible.

Y para cada una de estas dimensiones establece resultados de aprendizaje (tabla 1):

Tabla 1. Resultados de aprendizaje de las dimensiones conceptuales [2].

Cognitivo	Socioemocional	Conductual
Los educandos aprenden a conocer y comprender los problemas locales, nacionales y mundiales, así como las interrelaciones e interdependencia de los diferentes países y grupos de población.	Los educandos experimentan un sentido de pertenencia a una humanidad común, compartiendo valores y responsabilidades, sobre la base de los derechos humanos.	Los educandos actúan de manera eficaz y responsable en el ámbito local, nacional y mundial, con miras a un mundo más pacífico y sostenible.
Los educandos adquieren capacidades de reflexión y análisis críticos.	Los educandos adquieren actitudes de empatía, solidaridad y respeto de las diferencias y la diversidad.	Los educandos desarrollan la motivación y la voluntad para emprender la acción necesaria.

Desde su creación en el año 2015, la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas ONU, ha proporcionado un modelo para una prosperidad compartida en un mundo sostenible: un mundo en el que todas las personas puedan llevar una vida productiva, vibrante y pacífica en un planeta sano, con la meta de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (ver figura 1)



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU [3].

La UNESCO, como organismo de las Naciones Unidas especializado en educación, tiene el cometido de liderar y coordinar la agenda Educación 2030, parte de un movimiento mundial para implementar los ODS en una educación universal y de calidad. Así, con los ODS como referente, podemos plantear al alumnado la idea de que sus actividades escolares pueden ser una oportunidad para contribuir a mejorar aspectos de su entorno próximo y una oportunidad para contribuir a mejorar el mundo [1]. Y en el caso del presente trabajo, diseñamos una secuencia de enseñanza aprendizaje SEA para construir un primer concepto macroscópico de sustancia al medir la curva de congelación de agua, otros tipos de agua y otros materiales líquidos para distinguir sustancias y mezclas líquidas y entonces se aplica el modelo corpuscular de la materia MCM para explicar lo obtenido, en el contexto de la contaminación casera del agua y relacionada a una meta del 6º ODS: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

La SEA será aplicada a estudiantes de Química 1 del primer semestre (edades 15 y 16 años) del nivel medio superior en la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), subsistema de educación preuniversitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fundada desde enero de 1971. El CCH cuenta desde 2016 con planes y programas de estudio actualizados para los primeros dos semestres de sus estudios. El modelo del CCH atiende a la formación intelectual, ética y social de sus egresados a partir de la integración de conocimientos fundamentales, habilidades y valores que apoyen la construcción de aprendizajes durante toda la vida. Mientras que las dos asignaturas de Química obligatorias del primer año promueven aprendizajes que le permitirán desarrollar un pensamiento flexible y crítico, de mayor madurez intelectual, a través de conocimientos básicos que lo lleven a comprender y discriminar la información que diariamente se presenta con apariencia de científica; a comprender fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en su propio organismo; a elaborar explicaciones racionales de estos fenómenos; a valorar el desarrollo tecnológico y su uso en la vida diaria, así como a comprender y evaluar el impacto ambiental derivado de las relaciones hombre – ciencia – tecnología – naturaleza [4].

El programa de Química I está integrado por dos unidades: Agua, sustancia indispensable para la vida y Oxígeno, sustancia activa del aire. El propósito de la primera unidad es que el alumno comprenda las propiedades físicas y químicas del agua que la hacen un compuesto indispensable para la vida, relacione esas propiedades con su estructura y composición, con los modelos que las explican, para valorar su uso y asumir una actitud responsable y crítica frente al potencial agotamiento del agua disponible, a través del trabajo individual, cooperativo y colaborativo de indagación experimental y documental [4].

La unidad 1 sobre el agua contempla lograr 21 aprendizajes al estudiar durante 35 horas. En la SEA a diseñar se propone desarrollar actividades para estudiar los aprendizajes 2. Observa el agua en sus tres estados de agregación y los cambios entre estos al modificar la temperatura, con orden y responsabilidad, para comprender la naturaleza corpuscular de la materia y 21. Demuestra una actitud crítica sobre la utilización del agua y la valora como un recurso indispensable para la vida de manera fundamentada. Para su desarrollo el programa oficial recomienda promover la observación y la descripción en el aula-laboratorio de los tres estados de agregación del agua y de cómo cambia uno a otro, en grupos cooperativos y realizar una investigación documental con preguntas orientadoras como: ¿qué pasaría si no existiese el ciclo del

agua? ¿qué podemos hacer para disminuir la contaminación del agua?, ¿cómo se produce el agua potable? ¿cuánta aguadulce hay en el mundo o en el país?, para fundamentar la respuesta a la pregunta clave: ¿El agua se está acabando? [4].

2. Contenido

2.1. Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar el proceso de diseño y planificación de una secuencia de enseñanza aprendizaje para construir un primer concepto macroscópico de sustancia al medir la curva de congelación de agua, otros tipos de agua y otros materiales líquidos para distinguir sustancias y mezclas líquidas y entonces se aplica el modelo corpuscular para explicar lo obtenido, en el contexto de la contaminación casera del agua y que tiene relación con la meta 6.a (de aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización) del 6º ODS: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos [5].

2.2. Metodología

Con respecto al contenido científico y educativo a utilizar en la SEA para aplicar el modelo corpuscular de la materia MCM para ayudar a construir el concepto de sustancia revisamos y seleccionamos la literatura educativa especializada.

Para diseñar la secuencia didáctica empleamos el proceso de retroplanificación (backward design en inglés): i) Se identifican, explicitan, adecuan, etc. los resultados de aprendizaje esperados, i. e. lo que los estudiantes deben saber, entender y ser capaces de hacer respecto al tema y de acuerdo a los programas. ii) Se seleccionan, adaptan, etc. instrumentos de evaluación adecuados como evidencia de logro de los resultados de aprendizaje. iii) Se planifican las actividades de aprendizaje y enseñanza en un modelo de secuencia didáctica que ayude a guiar a los estudiantes a alcanzar los resultados de aprendizaje esperados (etapa i) evaluados vía los instrumentos correspondientes (etapa ii) [6, 7]. Y para lograr una redacción adecuada de los resultados de aprendizaje esperados seguimos las recomendaciones de expertos en la materia [8].

Luego de seleccionar (si ya existen) o de redactar los resultados de aprendizaje seleccionamos, adaptamos, etc. diversos instrumentos de evaluación (como informes personales, bases de orientación de la acción, parrillas de evaluación, etc.) en el marco del modelo que considera la evaluación como la regulación tanto de las dificultades y errores de aprendizaje del alumnado, donde la evaluación más importante es la que realiza el alumno, por lo que hay que aprender a autoevaluarse, y para ello es necesario que los estudiantes se apropien de los objetivos de aprendizaje, de las estrategias de pensamiento y de acción aplicables para dar respuesta a las tareas planeadas, y de los criterios de evaluación [9].

Entonces planeamos las actividades de aprendizaje y enseñanza en el formato de SEA conocido como 5E que consiste en las fases de enganche, exploración,

explicación, elaboración y evaluación, y cuyo orden fomentan un aprendizaje más activo, profundo y constructivo por parte de los estudiantes [10].

3. Los resultados

Nuestro modelo corpuscular introductorio de la materia para el nivel medio superior, considera que modelo en Química se refiere a una entidad teórica y a sus suposiciones subyacentes que se utilizan para describir sistemas químicos al atribuirles algún tipo de estructura interna, composición y/o mecanismo que sirve para explicar o predecir las diferentes propiedades de estos sistemas [11].

El modelo corpuscular de la materia MCM basado en la idea clave de que la materia está formada por un conjunto de partículas muy pequeñas normalmente se construye a partir de observar la conducta de los estados de agregación “sólidos, líquidos y gases” pero esta trayectoria presenta muchas dificultades de comprensión y aplicación [12]. Un proceso diferente es el que utilizamos aquí que consiste en empezar por construir un primer concepto macroscópico de sustancia al medir la curva de congelación de agua, otros tipos de agua y otros materiales líquidos para distinguir sustancias y mezclas líquidas y entonces se aplica el modelo corpuscular para explicar lo obtenido, como lo propone el educador inglés Phil Johnson [13, 14]. Todo lo anterior en el contexto de la contaminación casera del agua y relacionada a una meta del 6° ODS: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Johnson reorganiza el modelo corpuscular de la materia MCM a partir de:

- a) Una sustancia es una colección de partículas extremadamente pequeñas.
- b) Las partículas de una sustancia se encuentran son todas iguales y tienen una forma particular.
- c) Las partículas tienen la habilidad de retenerse, sujetarse entre sí. La fuerza de retención es diferente para cada sustancia.
- d) Las partículas siempre se mueven de alguna manera, tienen energía de movimiento.
- e) El calentar a una sustancia les proporciona más energía para moverse.
- f) Sin realizar más experimentos la naturaleza de las partículas individuales no se conoce.

Antes de compartir esta versión con los estudiantes Johnson propone iniciar el estudio construyendo un primer concepto de sustancia y para distinguir sustancia de mezcla se mide la conducta de la curva de congelación de materiales líquidos, ya que el proceso de fusión es muy fácil de entender. Este primer acercamiento es consistente con el concepto científico de sustancia química (materia de composición constante caracterizado [nanoscópicamente] por entidades (moléculas, átomos, unidades fórmula) de las que está compuesta. Se caracteriza [macroscópicamente] por propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, temperatura de fusión, etc. [15].

El modelo corpuscular de la materia MCM reorganizado se introduce para explicar que diferentes sustancias se funden a diferentes temperaturas porque consisten de partículas diferentes (ver figura 2). Y en esta propuesta la fusión u otros fenómenos de cambios de fase no se emplean como evidencia de la existencia de partículas y en su

lugar se emplea el MCM como un instrumento para pensar, que permite unificar descripciones y realizar predicciones exitosas.

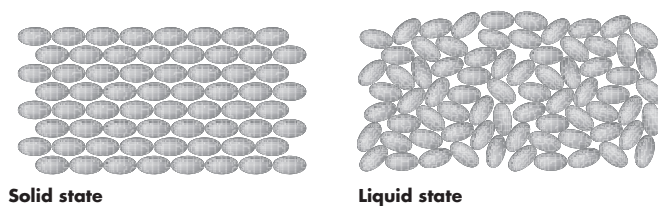


Figura 2. Representación de las partículas que forman una misma sustancia en sus estados sólido y líquido [14].

Este MCM alternativo permite ayudar a explicar porqué una sustancia puede presentarse en cualquier estado de agregación, porqué diferentes sustancias en condiciones similares pueden coexistir en diferentes estados. Y de manera específica busca entender porqué diferentes sustancias tienen diferentes temperaturas de fusión y de ebullición.

En la SEA diseñada se ubicó primero el aprendizaje 21 y después el número 2 del programa oficial para contextualizarla mejor. Entonces se redactaron los resultados de aprendizaje. Luego de estudiar por 6 horas cada estudiante deberá de ser capaz de:

- A) Enumerar los diferentes tipos de aguas contaminadas y su procedencia.
- B) Definir una sustancia por su conducta alrededor de su temperatura de fusión.
- C) Distinguir una sustancia de una mezcla por su curva de congelación.
- D) Aplicar el modelo corpuscular de la materia para explicar la diferente conducta alrededor de la temperatura de fusión de sustancias y mezclas.

Antes del estudio de la SEA recomendamos analizar con los estudiantes el campo de estudio de la Química (las sustancias y sus transformaciones), introducir y distinguir el concepto de material (de lo que están hechas las cosas) del concepto abstracto de materia e introducir la relación entre materiales y sustancias (la mayor parte de materiales son mezclas de sustancias) como se ha propuesto anteriormente [16, 17].

Entonces se presentan las etapas de la SEA en el modelo 5E:

1) Enganche. Se introduce el tema en estudio con respecto a la problemática sobre la contaminación casera del agua. Por ejemplo, se pueden revisar diferentes datos destacables del objetivo de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos como que la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y se prevé que este porcentaje aumente, que más del 80% de las aguas residuales resultantes de actividades humanas se vierten en los ríos o el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación, etc. [5]. Y que a pesar de que la fuente inagotable de agua que emerge de algunos grifos nos puede hacer pensar que abunda, esto no es así. Se puede hacer una lluvia de ideas para identificar más problemas así como para proponer algunas soluciones. Entonces se puede preguntar: ¿Cómo limpiar, purificar, descontaminar, etc. el agua que proviene de lavar la ropa para que sea bebible o para reutilizarla? En este punto se les pide a los estudiantes que realicen una discusión en grupo con el fin de que propongan ideas preliminares de

descontaminación de agua del lavado de ropa que ellos puedan realizar. Se comentan y discuten en sesión plenaria las propuestas.

2) Exploración: Los estudiantes seleccionan y traen muestras de su casa de los tipos de agua del lavado de ropa a estudiar. Si es necesario hace la distinción entre aguas grises y negras (ver figura 3). El docente les indica el procedimiento (curva de congelación) a seguir para determinar la temperatura de congelación de las muestras de agua selectas.



Figura 3. Información básica sobre aguas grises, negras y limpias.

https://theconstructor.org/wp-content/uploads/2020/10/IMG_20201019_224339.jpg

3) Explicación. En este momento el docente anima a los estudiantes para explicar las observaciones de la etapa anterior con sus propias palabras, basadas en pruebas y justificaciones, etc. (ver figura 4). Solicita que realicen un dibujo del proceso de congelación empleando el modelo corpuscular de la materia. Cuando lo considera necesario aclara definiciones formales, explica, e introduce términos científicos, etc. En este caso propone que si toda la muestra de un material homogéneo se congela a una sola temperatura definida nos indica que el material en estudio es una muestra pura de una sustancia pura, que no tiene otras sustancias químicas mezcladas con ella. Y el valor de temperatura es característico de la sustancia correspondiente y es la temperatura de fusión. Mientras que en caso de una mezcla de sustancias sólo funde una parte de la muestra a una temperatura dada. El resto funde a temperaturas diferentes.

4) Elaboración. El estudiante aplica sus propuestas, definiciones, explicaciones y las habilidades, para indicar si el agua potable de la llave y/o agua gris de la lavadora, por ejemplo, son sustancias o mezclas de sustancias. Se recomienda extrapolar su razonamiento con otros sistemas similares como ciclohexano, n-hexadecano, diferentes muestras de aceite de olivo, etc. donde utiliza la información anterior para hacer preguntas, proponer soluciones, tomar decisiones y diseñar experimentos, etc.

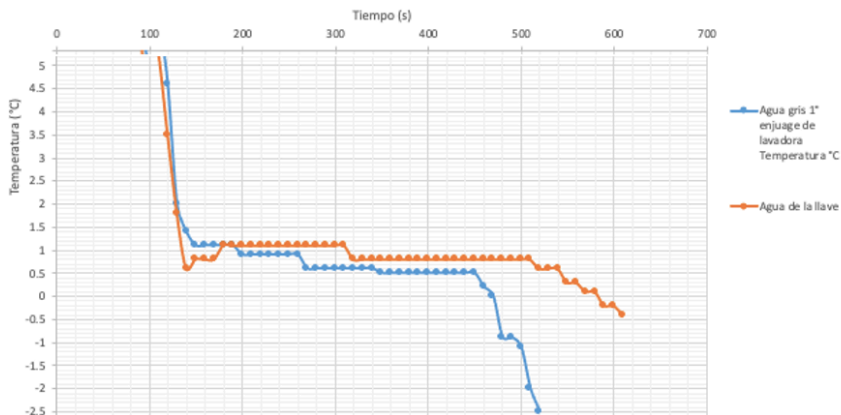


Figura 4. Resultado típico de curvas de congelamiento de agua de la llave y de agua del primer lavado de ropa en una lavadora.

5) Evaluación. En este momento el estudiante demuestra su comprensión del concepto y la habilidad relacionada, evalúa su propio conocimiento y progreso, hace preguntas relacionadas que estimulan futuras investigaciones, etc. Por ejemplo, se le puede preguntar: a) Enlista 10 materiales que sean sustancias líquidas. b) Indica que harías para confirmar que estos ejemplos no son mezclas. c) Indica que harías para volver gases a estos líquidos. d) Indica que harías para volver sólidos o gases a estos líquidos sin tener que enfriar o calentar.

Si es posible, para extender la SEA, conviene revisar algunas de las opciones para tratar aguas grises que existen comercialmente (ver figura 5).



Figura 5. Material comercial que permite tratar aguas grises para obtener agua potable [18].

4. Conclusiones

Se presenta el proceso de diseño y planificación de una secuencia de enseñanza aprendizaje propuesta para ayudar a construir el concepto de sustancia en el contexto de la contaminación del agua casera y que tiene relación con la meta relacionada a tratamiento de aguas del 6º objetivo de desarrollo sustentable de la ONU sobre

garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Se utiliza la propuesta del educador Phil Johnson de construir un primer concepto macroscópico de sustancia al medir la curva de congelación de agua de la llave, agua gris que proviene de lavado de la ropa y otros materiales líquidos para distinguir sustancias y mezclas líquidas. Entonces se aplica el modelo corpuscular de la materia MCM para explicar lo obtenido.

5. Referencias

- [1] Menoyo Díaz, M. P. (2020). Educar la mirada científica del alumnado de secundaria en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible, educar para una ciudadanía global en un momento de cambio educativo. *Modelling in Science Education and Learning* 13(2) 21-42.
- [2] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2015). *Educación para la ciudadanía mundial: temas y objetivos de aprendizaje*. [En línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233876> [Acceso más reciente: 30 09 2021].
- [3] Programa Naciones Unidas para el Desarrollo UNDP (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. [En línea] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> [Acceso más reciente: 30 09 2021].
- [4] Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM (2016). *Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales, Química I-II*. [En línea] https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/QUIMICA_I_I_I_.pdf [Acceso más reciente: 30 09 2021].
- [5] Programa Naciones Unidas para el Desarrollo UNDP (2015). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. [En línea] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/> [Acceso más reciente: 30 09 2021].
- [6] Wiggins, G., & McTighe, J. (1998). *Understanding by design*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision and Curriculum Developmen, [13]):
- [7] Wiggins, G., & McTighe, J. (2013). *Enseñar a través de la comprensión*. Ciudad de México: Trillas.
- [8] Kennedy, D. (2007). *Writing an Using Learning Outcomes: A Practical Guide*. Cork, Ireland: University College Cork
- [9] Jorba, J. y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua*. Madrid, España: Editorial Ministerio de Educación
- [10] Bybee, R.W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association

- [11] Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic? The Many Faces of the Chemistry Triplet. *International Journal of Science Education* 33(2), 179-195.
- [12] Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (2002). "The particulate nature of matter: Challenges in understanding the submicroscopic world". En: Gilbert J.K., De Jong O., Justi R., Treagust D.F., Van Driel J.H. (eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Pp 189-212. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [13] Johnson, P. (2010). Rethinking the Introduction of Particle Theory: A Substance-Based Framework. *Journal of Research in Science Teaching* 47(2), 130-150.
- [14] Johnson, P. (2012). "Introducing particle theory". In: Taber, K. (ed.) *Teaching Secondary Chemistry*. pp 49-73. London, U.K.: Association for Science Education & Hodder Education.
- [15] IUPAC Gold book (1997). Chemical substance. [En línea] <https://goldbook.iupac.org/html/C/C01039.html> [Acceso más reciente: 30 09 2021].
- [16] Sosa, P. (1999). De palabras, de conceptos y de orden. *Educación Química* 10(1), 56-60.
- [17] Sosa Fernández, P. & Méndez Vargas, N. (2011). El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla. *Educación química* 8, 44-51.
- [18] Procter and Gamble (2020). *P&G Children's Safe Drinking Water Program (CSDW)*. [En línea] <https://csdw.org> [Acceso más reciente: 30 09 2021].

Desarrollo de acciones geológicas inclusivas: PISE Colegio Altamira, Santiago, Chile

M. Fernanda Miras Núñez¹, Natalia Astudillo Leyton², Camilo Sánchez Yañez³

^{1,3}Escuela de Geología. Universidad Mayor (Chile)
maria.miras@mayor.cl; camilo.sanchez@umayor.cl

²Unidad de Geología Regional. Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN (Chile)
natalia.astudillo@sernageomin.cl

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la comunidad del colegio Altamira, comuna de Peñalolén, Santiago, frente a los peligros geológicos locales. Lo anterior mediante el desarrollo de actividades inclusivas, es decir, incorporando a estudiantes en situación de discapacidad, para luego ser aplicadas en el Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE) del colegio. Estas actividades son 1. Afiches apuntando a 3 tramos educativos, desplegados por el recinto; 2. Charlas on-line con trabajo posterior para estudiantes de cuarto básico a cuarto medio; 3. Trabajo presencial orientado a educación básica, párvulos y apoyo; y 4. Terrenos con el objetivo de acercar los efectos producidos por desastres siconaturales. El proyecto entrega una sistematización basada en el autoaprendizaje geológico inclusivo, una participación y colaboración constante de toda la comunidad educativa, pudiendo ser implementado posteriormente en todo el territorio chileno.

Palabras clave: Inclusión. Peligros Geológicos. Gestión de riesgo de desastres.

1. Introducción

Chile en un país que se encuentra en un margen de convergencia de placas, lo que genera una alta variabilidad geomorfológica [1]. Por lo anterior, existen peligros naturales diversos, como son los sismos, tsunamis, marejadas, erupciones volcánicas, incendios forestales, aluviones, entre otros, lo que afecta en gran medida a la población, por lo que es más correcto utilizar el término de desastres siconaturales.

Un ejemplo reciente de desastre siconatural en el territorio chileno, es el terremoto del 27 de febrero del 2010 Concepción-Cobquecura, con magnitud 8.8 Mw y epicentro a 150 km al NW de Concepción. Tuvo una duración aproximada de 4 minutos, fue percibido por el 80% de la población nacional, afectando desde la región de Valparaíso hasta la región de la Araucanía [2]. El sismo produjo un tsunami que dejó 525 muertos y 23 personas desaparecidas [3].

Este desastre pudo haberse evitado con una correcta prevención de desastres siconaturales, a través de un ordenamiento territorial adecuado, políticas públicas para

la gestión de riesgos de desastres a nivel nacional, regional y comunal, y una educación preventiva en comunidades y establecimientos educacionales, lo que permite adquirir el conocimiento geo científico desde los inicios del aprendizaje humano. La prevención de desastres pretende reducir la vulnerabilidad de las sociedades y los territorios antes las amenazas y a su vez, abordar las actividades humanas que causan o agravan tales peligros [4].

Actualmente en Chile, la gestión del riesgo de desastres en los establecimientos educacionales se lleva a cabo mediante el “Plan Integral de Seguridad Escolar” (PISE), cuyo objetivo es promover una actitud de autocuidado y proporcionar un ambiente propicio de seguridad para la educación, enfocado en construir modelos de protección que puedan ser replicados en los hogares y barrios [5]. Este plan, a pesar de tener una gran incidencia dentro de los establecimientos, no está regulado en su totalidad, cada establecimiento lo implementa según los recursos económicos y humanos que posean. A su vez, no incluye dentro de sus metodologías la participación activa de estudiantes, tampoco los desastres socionaturales que pueden afectarles, ni la variable de personas en situación de discapacidad, con una alta vulnerabilidad frente a estas amenazas.

1.1. Lugar de estudio: Colegio Altamira

El colegio Altamira, es un establecimiento educacional escolar privado (pagado, sin subvención del estado), ubicado en la comuna de Peñalolén, ciudad de Santiago, región Metropolitana. Se caracteriza por ser inclusivo, debido a que cerca del 12% de su estudiantado se encuentra en situación de discapacidad.



Fig. 1. Ubicación colegio Altamira en verde, intersección calles Avenida Gracia con Acueducto. Imagen generada en Google Earth-Pro.

1.2. Tipos de peligros socionaturales

A partir de la ubicación geográfica del colegio Altamira y la compilación de antecedentes geológicos de la cuenca de Santiago, se determinó que los peligros socionaturales que pueden afectar al establecimiento son los siguientes: terremotos de subducción, terremotos superficiales producidos por la Falla San Ramón (FSR), remociones en masa asociadas a la quebrada Nido de Águilas, e inundaciones y anegamientos vinculados a la impermeabilización de las calles.

1.2.1. Peligros sísmicos

Los sismos corresponden al proceso de generación de ondas y su posterior propagación en el interior de la Tierra hasta alcanzar la superficie. El margen de subducción tipo chileno es convergente, caracterizado por su alta tasa de sismicidad y por formar parte del Cinturón de Fuego del Pacífico [1], en este margen se generan 4 tipos de sismos (Fig. 2):

1. Outer-rise, ocurridos fuera de la fosa oceánica debido a la flexión de la placa de Nazca antes de la subducción.
2. Interplaca, ocurridos producto de la convergencia de las placas.
3. Intraplaca oceánica, asociados a la ruptura de la placa de Nazca a profundidades mayores de 60 km, debido a la ruptura de la placa en la Astenosfera.
4. Intraplaca continental, asociados a deformaciones a menos de 30 km de profundidad en la placa Sudamericana.



Fig. 2. Fuentes sismogénicas de la subducción chilena con las respectivas placas tectónicas (modificado de Centro Sismológico Nacional).

1.2.2. Peligro remociones en masas

Corresponden a procesos gravitacionales de movilización lenta o rápida de un determinado volumen de suelo, roca o ambos, que pueden afectar tanto a laderas naturales como a taludes artificiales [6]. La clasificación de tipos de remociones en masa de Varnes (1978) se realiza según tipo de movimiento y material que lo sustenta, catalogándolos como: remociones en masa de caída, volcamiento, deslizamientos, extensión lateral, flujos y complejos.

A sí mismo, la clasificación de flujos de Hungr *et al.* (2001), considera el material de sustento, el contenido de agua y la velocidad, catalogándose como: flujos de arena, de arcilla, de tierra, de detritos y avalancha de detritos y/o rocas. Definiendo un flujo de detritos como un flujo rápido a extremadamente rápido que baja por un canal o valle, estos son gatillados generalmente por lluvias intensas o sismos [7].

1.2.3. Peligro inundaciones y anegamientos

Las inundaciones son derivadas desde otros procesos de recurrencia interanual y/o producto de fenómenos anormales de lluvias, tormentas, entre otros, actualmente con una alta variabilidad relacionada al cambio climático, que provoca crecidas de cursos de agua en función de condiciones insuficientes de los sistemas de evacuación de la ciudad [8].

Por su parte, los anegamientos son formas de acumulación de aguas de lluvia sobre el terreno, generados por desbalances entre volumen de lluvia precipitada en un determinado lapso de tiempo y la capacidad de evacuación de un suelo dado [8].

1.3. Geología y geomorfología

La cuenca de Santiago se encuentra cubierta por depósitos, en su mayoría, correspondiente a depósitos fluviales y aluviales provenientes principalmente de los ríos Mapocho y Maipo, de cerros islas y del borde de cuenca, con edad Pleistoceno inferior al Holoceno (Fig. 3). Tiene elevaciones que descienden de este a oeste desde los 1.200 a 300 m s.n.m. [9].

En Santiago, el dominio occidental, caracterizado por la cordillera Principal, es controlado por características morfoestructurales relacionadas a fallas y pliegues con vergencia hacia el oeste, destacándose en la precordillera, la FSR [10]. La traza de la FSR tiene entre 24 a 30 km, con orientación NS, posee un manteo en superficie de 32-62°E y en profundidad 4-5°E, alcanza una profundidad promedio de 10-12 km (Fig. 4). Es una falla activa, que puede generar sismos entre 6-7.5 Mw, con una tasa de deslizamiento de 0.13 a 0.40 mm/año [10]. Denominado como un sistema de pliegues por propagación de falla con vergencia hacia el oeste, tiene una serie de escalones morfológicos que desplazan la superficie del terreno, lo que indica su capacidad de romper y dislocar la superficie entre 2 a 3 metros [11]. Por lo tanto, al generarse una ruptura en la falla, las estructuras que se encuentren sobre esta zona pueden colapsar o generar daños estructurales importantes [12].

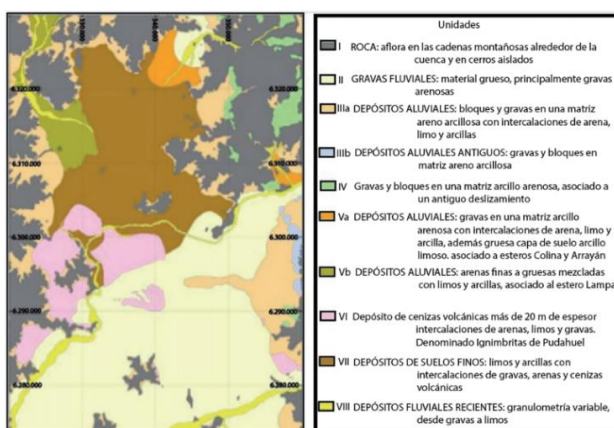


Fig. 3. Mapa de depósitos geológicos que conforman el relleno de la cuenca de Santiago. Modificado de Leyton *et al.* (2010).

1.4. Plan Integral de Seguridad Escolar (PISE)

El año 2001, el Ministerio de Educación (Mineduc) mediante la Resolución Exenta N°51, aprueba el Plan Integral de Seguridad Escolar, desarrollado por la Oficina Nacional de Emergencias del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), y puesto en marcha por todos los establecimientos de educación escolar en Chile.

Es un instrumento que tiene por objetivo identificar, evaluar y priorizar los riesgos existentes dentro y fuera de un establecimiento educacional [5]. Para su confección se deben realizar tres etapas metodológicas:

1. Confección del comité de seguridad escolar, corresponde a la directiva que llevará a cabo las normativas vigentes.
2. Metodología AIDEP, corresponde según sus siglas **A**nálisis histórico, **I**nvestigación en terreno, **D**iscusión y análisis de los riesgos y recursos, **E**laboración del mapa de riesgos, y **P**lanificación.
3. Metodología ACCEDER, corresponde según sus siglas **A**lerta-alarma, **C**omunicación y captura de información, **C**oordinación, **E**valuación primaria, **D**ecisiones, **E**valuación secundaria, y **R**eadecuación del plan.

Dentro de las etapas mencionadas, no es evidente la incorporación de estudiantes en situación de discapacidad, siendo un requisito desde el año 2013 según la Política de Seguridad escolar y Parvularia, dentro del plan “Escuela Segura” del Mineduc.

1.5. Discapacidad

La discapacidad es un concepto que evoluciona, resultante de la interacción entre las personas que la representan y las barreras de su entorno, que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con los demás. Las personas en situación de discapacidad son aquellas que, en relación a sus condiciones de salud física, psíquica, intelectual, sensorial u otra, al interactuar con diversas barreras contextuales, actitudinales y ambientales, presentan restricciones en su participación plena y activa en la sociedad [13].

En este trabajo, las discapacidades mencionadas por la comunidad docente del colegio Altamira son las siguientes:

Síndrome de Down: corresponde a un trastorno genético que es causado por la presencia de una copia extra del cromosoma 21 (trisomía). Se caracteriza por la representación de un grado variable de retraso mental.

Trastorno de Espectro del Autismo (TEA): Se caracteriza por déficits persistentes en la capacidad de iniciar y sostener la interacción social recíproca y la comunicación social, y por un rango de patrones comportamentales e intereses restringidos, repetitivos e inflexibles.

Deficiencia Visual: ocurre cuando una enfermedad o accidente ocular afecta el sistema visual y a una o más de sus funciones.

Trastorno de Déficit Atencional (TDA): corresponde a la dificultad para mantener atención, modular el nivel de actividad y controlar las acciones impulsivas.

2. Metodología

La metodología desarrollada se divide en tres etapas: la primera comprende la recopilación y análisis bibliográfico acerca de las siguientes temáticas: geología y peligros geológicos, gestión de riesgo de desastres e inclusión de personas con discapacidad. En base al análisis de la información anterior, se determinó como trabajar estos conceptos de forma “encadenada” en el PISE del colegio Altamira. Por lo tanto, la segunda etapa consideró la creación de encuestas de entrada y salida, el diseño de actividades inclusivas y la implementación de estas para la enseñanza de los peligros geológicos en el colegio. Una vez recogida y analizada esta nueva información, finalmente, en la tercera etapa se generaron propuestas y recomendaciones para que estas actividades sean implementadas regularmente en el PISE.

El objetivo de esta metodología es disminuir la vulnerabilidad de la comunidad ante el efecto de un desastre siconatural, con un enfoque inclusivo y promover, a su vez, la resiliencia.

2.1. Primera Etapa:

Consistió en la recopilación y análisis de antecedentes geológicos de Santiago y los peligros de origen natural que pueden afectar al establecimiento del colegio Altamira. Por otra parte, se analizó información sobre antecedentes de GRDD publicados por ONEMI y Organización de las Naciones Unidas (ONU). Posteriormente, se investigó sobre la discapacidad en Chile, y acerca de actividades inclusivas realizadas a nivel nacional e internacional enfocadas en la educación escolar de los peligros geológicos, para verificar su adaptabilidad bajo las condiciones de nuestro territorio.

Finalmente, se analizó la metodología de confección del PISE, definida por el Mineduc y la ONEMI, para posteriormente efectuar su comparación con el PISE del colegio Altamira, considerando sus características geográficas y de personas en situación de discapacidad, obteniendo las falencias que presenta el PISE del colegio y del instrumento en sí en estos ámbitos.

2.2. Segunda Etapa:

Según el alcance bibliográfico obtenido a partir de Antinao *et al.*, (2003), Rauld (2011), Vargas y Rebolledo (2015), Pérez Estay (2016) y Sernageomin (2021), se confeccionó un mapa de peligros geológicos escala 1:50.000, correspondientes a los peligros geológicos a los que la comunidad del colegio Altamira son susceptibles.

Luego, se prepararon actividades inclusivas para enseñar los peligros geológicos, con un alcance de 1200 estudiantes de entre 7 a 18 años y teniendo en cuenta que cerca del 12% de la población del establecimiento posee alguna discapacidad. Para finalizar, se llevaron a cabo encuestas a efectuarse antes y después de la implementación de las actividades, con el objetivo de medir el aprendizaje obtenido.

2.2.1. Actividades

Enfocadas en la educación de los desastres siconaturales de sismos, remociones en masa e inundaciones. Cada actividad comprende la definición de los peligros geológicos, el reconocimiento de estos, las magnitudes que alcanzan y los efectos

provocados. Están basadas en un Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), brindando a todas las personas que participan en estas actividades la oportunidad de aprender.

Las actividades inclusivas son las siguientes:

1. Afiches inclusivos: expuestos en todo el establecimiento y divididas en tres niveles educativos, básica, básica-media y media, comprenden las definiciones de los peligros asociados. Consideran la utilización de un lenguaje simple, con códigos QR para acercarlo a personas con discapacidad visual, e imágenes alusivas a lo expuesto.
2. Charlas inclusivas: dirigidas a estudiantes de cuarto básico a cuarto medio, realizadas vía on-line, debido a la pandemia del Covid-19, abordan los conceptos anteriores con mayor profundidad e incorpora una actividad grupal con el objetivo de incentivar el autoaprendizaje.
3. Trabajo aulas de apoyo, orientada a docentes y profesionales, y aulas generales, dirigidos a estudiantes: para estudiantes de primero a tercero básico, y estudiantes en situación de discapacidad. Corresponde a un trabajo presencial donde se realizan actividades focalizadas en la identificación de los peligros siconaturales, la percepción de los daños generados en un desastre, las zonas de seguridad donde deben acudir y las herramientas que puedan necesitar.
4. Terrenos inclusivos: tiene como objetivo acercar la geología y las consecuencias de los peligros geológicos que pueden afectar al colegio. Se considera primero la zona a visitar, que sea accesible para toda la comunidad educativa, la duración de las paradas y las herramientas necesarias para que la experiencia sea completa y provechosa para todos.

2.3. Tercera Etapa

Para finalizar, se generaron propuestas y recomendaciones para actualizar el PISE del colegio Altamira, tomando en consideración la elaboración de Planes de Seguridad de Kayser *et al.* (2013), y las magnitudes de cada uno de los peligros siconaturales. Además, se propone la implementación de las actividades al PISE del colegio, para ser llevadas a cabo de manera regular.

3. Resultados

En base a los datos obtenidos mediante recopilación bibliográfica, se puede señalar que el colegio Altamira:

1. se encuentra a menos de 2 km de la FSR, por lo que esta propenso a sufrir daños en su infraestructura si llega a ocurrir un evento sísmico. A su vez, con distancias menores a 1 km de la FSR se contabilizan 38 recintos educacionales, entre 1 y 2 km de la falla 70, y entre 2 y 3 km de la falla existen 105 establecimientos (obtenido de Base de Datos Mineduc 2018).

2. en caso de sismo producido por FSR, el peligro de aceleración horizontal esperada a ocurrir es de 0.5 PGA (g) en la comuna de Peñalolén [12].

3. en caso de sismo de subducción, en relación a la respuesta sísmica del área donde está el establecimiento, correspondería a una zona denominada tipo C1, es decir, con una respuesta sísmica regular (escala cualitativa: muy mala a muy buena). La respuesta

sísmica es un parámetro que representa los efectos esperados durante un evento sísmico, considera la magnitud, duración y frecuencia de los frentes de ondas, y las características geológicas del subsuelo y topografía, condicionando la amplitud de las ondas [14].

4. se encuentra sobre depósitos aluvionales de edad Pleistoceno tardío – Holoceno, es decir, depósitos recientes que pueden verse intensificados debido al cambio climático. Junto a lo anterior, se encuentra bajo la trayectoria de fluidos de la quebrada Nido de Águilas, quebrada que genera descargas directas hacia una importante avenida cuyo comienzo conecta directamente con esta estructura, con una pendiente importante en sus tramos iniciales [15].

5. se encuentra sobre una zona propensa a inundación debido a la impermeabilización de calles aledañas al establecimiento, debido al crecimiento poco planificado de la ciudad hace la precordillera, y drenajes deficientes.

Con esta información se construyó un mapa de peligro geológicos escala 1:50.000 (Fig. 5) y un mapa de respuesta sísmica escala 1:50.000.

Por otro lado, las actividades inclusivas propuestas en el presente trabajo se encuentran en proceso de aplicación.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

En Chile, la centralización del comercio, empresas y política en Santiago, Región Metropolitana, generó una masiva migración de la población hacia esta ciudad. Esto generó una expansión de la misma, sin contar con suficientes políticas públicas para gestionar el ordenamiento territorial [15]. Esto desencadenó la construcción de viviendas tanto sociales como de alta plusvalía, en zonas propensas a sufrir desastres de origen natural [16]. Dentro de estas zonas críticas, se encuentra ubicado el Colegio Altamira, expuesto a peligros geológicos y con un sin número de antecedentes previos de ocurrencia de desastres siconaturales.

Este establecimiento es de carácter privado, es decir, por cada estudiante se debe pagar una matrícula y un arancel anual. Esto permite destinar recursos para atenuar el riesgo, si bien no es una temática prioritaria hasta ahora, esto no ocurre en colegios municipales financiados por el estado, que, en general, no cuentan con los recursos suficientes para disminuir el riesgo, si no que éste podría verse aumentado debido a su vulnerabilidad socioeconómica intrínseca, aunque los esfuerzos de la comunidad docente y su vinculación social por iniciativas propias incrementan el factor “capacidad” relacionado a la definición de riesgo [4].

Junto con lo anterior, al considerar el trabajo realizado por Ahumada (2015) sobre el currículum escolar chileno, se corrobora que la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, en los establecimientos educacionales, se realiza de manera desagregada, ya que los contenidos se imparten en diferentes niveles, lo que impide a los estudiantes la fusión de los tópicos de geología y les desincentiva a seguir un camino científico. Por otro lado, el contexto que presentó la pandemia obligó a la priorización de contenidos de enseñanza, disminuyendo aún más el contenido geocientífico de las aulas. Todo esto constituye una de las razones fundamentales que impide a estudiantes, profesores y

familias, es decir, a la comunidad educativa crear una conciencia sociocultural frente a un desastre y cómo interactuar con el medio natural [17].

Por lo anterior, la importancia de realizar un registro de los peligros siconaturales que pueden afectar a los establecimientos educacionales, su incorporación al PISE, y la enseñanza que permita comprenderlos desde distintas miradas, es fundamental para lograr una concientización dentro de la población y disminuir su vulnerabilidad.

A su vez, incorporar a las personas con discapacidad a los planes de seguridad, considerando los ejes de accesibilidad, participación, colaboración y no discriminación, debe ser ineludible, dada su vulnerabilidad ante desastres, dada la escasa información dirigida a este segmento de la población respecto de temáticas científicas [18].

Se espera poder aplicar las metodologías propuestas en este proyecto y obtener resultados positivos en cuanto a las actividades a implementar. Con ésto, lograr involucrar en esta temática a otros establecimientos educacionales, y trabajar con grupos de personas con diferentes discapacidades, enseñando didácticamente la geología y los peligros siconaturales que pueda presentar su entorno.

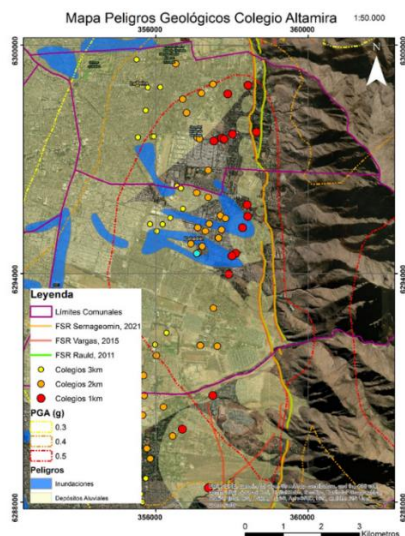


Fig. 5. Los círculos corresponden a los establecimientos educacionales cercanos a la FSR coloreados según su proximidad, círculo celeste es el colegio Altamira; polígonos amarillos corresponden a depósitos aluviales de edad Pleistoceno tardío – Holoceno [10]; polígonos azules son zonas inundables (Antinao *et al.*, 2003); traza de FSR ([1]; [11]). PGA (g) peligro de aceleración esperada de ocurrir un sismo en la FSR, comuna de Peñalolén (modificado de [12]).

5. Referencias

- [1] Rauld Plott, R. (2011). Deformación cotical y peligro sísmico asociado a la falla San Ramón en el frente cordillerano de Santiago, Chile central (33°s). Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102600>

- [2] Vargas, G., Farías, M., Carretier, S., Tassara, A., Baize, S., & Melnick, D. (2011). Coastal uplift and tsunami effects associated to the 2010 Mw8.8 Maule earthquake in Central Chile. *Andean Geology* vol. 38 (1), 2019-238.
- [3] Garrido, N., & Sepúlveda, S. (2012). Peligro de flujos de detritos en Quebrada de Macul, Región Metropolitana y propuestas de medidas de mitigación. *XIII Congreso Geológicos Chileno*, págs. 1015-1017. Antofagasta, Chile.
- [4] Vargas, JE. (2002). Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales. *División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Corporación para la Prevención de Riesgos del Desarrollo de Colombia, Naciones Unidas*. Pág. 10.
- [5] MINEDUC. (2017). Plan Integral de Seguridad Escolar: Hacia una cultura del autocuidado y la prevención de riesgos. Metodologías para su elaboración. Gobierno de Chile. Disponible en <https://www.onemi.gov.cl/pise/>
- [6] Farías Sarmiento, V. (2017). Remociones en masa asociados a sismicidad en el Norte de Chile: Análisis multiescala en distintos ambientes morfotectónicos. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144478>
- [7] Hungr, A., Evans, S., Bovis, M., & Hutchinson, J. (2001). A review of the classification of Landslides of the Flow Type. *Environmental & Engineering Geoscience*, 7 (3), 221-238.
- [8] Ferrando, A., & Francisco, J. (2006). Sobre inundaciones y anegamientos. *Revista de Urbanismo* N°15, I.S.S.N. 0717-5051
- [9] Vergara, L., & Verdugo, R. (2015). Condiciones geológicas-geotécnicas de la cuenca de Santiago y su relación con la distribución de daños del terremoto del 27F. *Obras y Proyectos* (17), 52-59.
- [10] Armijo, R., Rauld, R., Thiele, R., Vargas, G., Campos, J., Lacassin, R., & Kausel, E. (2010). The West Andean Thrust, the San Ramon Fault, and the seismic hazard for Santiago, Chile. *Tectonics*, Vol. 29. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/125723>
- [11] Vargas, G., & Rebolledo, (2015). La Falla San Ramón y el peligro sísmico de Santiago: Nuevos antecedentes morfoestratigráficos e implicancias normativas. *XIV Congreso Geológico Chileno*, págs. 379-381. La Serena, Chile.
- [12] Pérez, N. (2016). Peligro sísmico asociado a fallas corticales: caso de estudio falla San Ramón (33.2°-33.7°S). *Pontificia Universidad Católica de Chile*, Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería. Disponible en <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/15637>
- [13] SENADIS (2015). II Estudio Nacional de la Discapacidad: Resultados Generales para Niños, Niñas y Adolescentes (2 a 17 años). Gobierno de Chile: Ministerio de Desarrollo Social. https://www.senadis.gob.cl/pag/355/1197/ii_estudio_nacional_de_discapacidad
- [14] Fernández, JC. (2003). Respuesta sísmica de la cuenca de Santiago. Región Metropolitana de Santiago. Escala 1:100.000. *Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental*, No 1.
- [15] Díaz González, L. (2011). Análisis del patrón espacial de residencia de profesionales de alta valoración y sus niveles de integración social en la comuna de Peñalolén, Santiago de Chile. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100399>
- [16] Vargas, M., & Gasic, I. (2014). Ética, poder y territorio. *Editorial Aún creemos en los sueños*, Chile. Pág. 5.
- [17] Ahumada, P. (2015). Relación entre el diseño de las bases curriculares de Ciencias de la Tierra y los logros de aprendizaje en cuarto básico en el sistema escolar chileno. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132980>
- [18] Ronoh, S., Gaillard, JC., & Marlowe, J. (2015). Children with disabilities and disaster preparedness: a case study of Christchurch. *Kotuitui: New Zealand Journal of Social Sciences Online*, 10:2, 91-102. Link <https://doi.org/10.1080/1177083X.2015.1068185>

La enseñanza de la química y la biología en tiempos de pandemia

Miguel Ángel Martínez Parra¹, Jeniffer Chalarca Betancur²

¹ Facultad de ciencias y educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

miamartinezp@correo.udistrital.edu.co

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas (Colombia)

jenifer.chala86@gmail.com

Resumen. El presente artículo expone dos experiencias diferentes en las cuales se ha abordado la enseñanza de la biología y la química. Para ello se tuvo en cuenta herramientas alternativas que permitieron a los estudiantes generar procesos de enseñanza que no vinculan directamente la experiencia de laboratorio, sino experiencias desde sus casas a través elementos cotidianos y también desde películas. En la primera, se trabajó la evolución a partir de aspectos geográficos desde una película. Y en la segunda, se abordó la composición atómica de algunos alimentos u objetos que se encontraban en el hogar. Con eso se pudo dar cuenta que los estudiantes pueden generar procesos de aprendizaje alrededor de su contexto inmediato, Ese sentido, se encontró que era necesario replantear la ciencia en tiempos de pandemia de que la virtualidad implicó retos para la enseñanza de la misma.

Palabras clave: Enseñanza de la ciencia, Pandemia, Virtualidad, herramientas alternativas.

1. Introducción

Generar procesos de aprendizaje y de enseñanza en el marco de la pandemia, específicamente en las Ciencias Naturales se ha convertido en un reto, ya que se abordan disciplinas totalmente experimentales y prácticas [1], en las cuales se debe tener contacto directo con el medio. Por tanto, la pandemia ha hecho que se transformen de forma obligatoria las prácticas en las cuales se ha enseñado la ciencia, así, han surgido herramientas para lograr generar una construcción conceptual, desde la gamificación, formas de interacción diversas desde las herramientas de apoyo [2].

Teniendo en cuenta la educación regular colombiana, se considera que el modelo no estaba preparado bajo ninguna circunstancia cambio de la educación presencial a la educación remota, eso trabajo consigo diversos retos, principalmente en la enseñanza de las ciencias, ya que esta siempre se ha abordado desde una perspectiva netamente experimental y práctica en términos de laboratorio, sin embargo, la crisis coyuntural que trajo la pandemia por la covid-19 llevó a que estos procesos de enseñanza

aprendizaje transformarán [3]. En este trabajo se tuvo en cuenta dos experiencias en el mismo centro Educativo dónde se desarrollaron dinámicas alternativas de aprendizaje a partir de la experiencia de los estudiantes y de esta manera se pudo construir conceptos a través de mecanismos didácticos que anteriormente no se habían empleado.

Así, en ese trabajo pretende mostrar dos experiencias que van a ejemplificar cómo se ha podido transformar la enseñanza de las ciencias a partir de la cotidianidad. El contexto próximo de aprendizaje no solamente se da en una forma de socialización alrededor de los compañeros de estudio, sino que también a partir del contexto cercano desde la familia, que es lo que ha permitido las cuarentenas.

Lo anterior ha llevado a que se aborde en el trabajo en primer lugar, una exposición a partir de las dinámicas didácticas que se desarrollaron en la materia de biología y de química en un colegio al norte de Bogotá, y en segundo lugar señalar los elementos que resultaron efectivos para la enseñanza de las asignaturas y que pueden llegar a ser potencialmente de utilidad para otros procesos de enseñanza en otros contextos.

Se reconoce que, si bien estos elementos fueron significativos para el desarrollo de esta experiencia, como el uso de películas o elementos cotidianos como objetos o algunos alimentos para reconocer la composición atómica, pueden pasar también por modificaciones, sin embargo, se debe aclarar que también se busca aportar alternativas a la forma de enseñanza científica considerando que pueden perdurar en el tiempo aún después de haber superado la crisis por la pandemia.

2. Ubicación contextual y desarrollo de la experiencia

En el presente trabajo se exponen dos experiencias una con estudiantes de grado sexto para el tema de evolución y otra para el grado décimo con el tema de la química en la vida cotidiana. Las dos experiencias se desarrollaron con estudiantes de un mismo Centro Educativo el cual se encuentra en el norte de Bogotá (estrato 3), ubicado en la localidad de Suba, como se indica en la figura 1.

Para la primera experiencia con los estudiantes de grado sexto se trabajaron diferentes teorías evolutivas principalmente haciendo énfasis en Bio geografía el darwinismo, el lamarckismo, el neodarwinismo y el neolamarckismo. Para hacer el abordaje de este tema se debió contar con el apoyo de videos y la proyección de la película La era de hielo 4, donde se podía relacionar algunos procesos biogeográficos, a partir de ello los estudiantes realizaron exposiciones (en la plataforma Zoom) señalando relaciones que vinculan al biotopo con los cambios de las especies.

En la segunda experiencia se trabajó con estudiantes de grado décimo donde su entorno en casa simulaba las veces de laboratorio, de esta forma, se pudo identificar los diferentes elementos y compuestos químicos que utilizaban en su cotidianidad y que para ellos desde la química eran desconocidos. Se realizaron actividades de

identificación de elementos y compuestos, a cada estudiante se le asigno un elemento de la tabla periódica y debía personificarlo (asumir el rol) mostrando los diferentes compuestos que forman y de los cuales el estudiante se beneficia cada día.

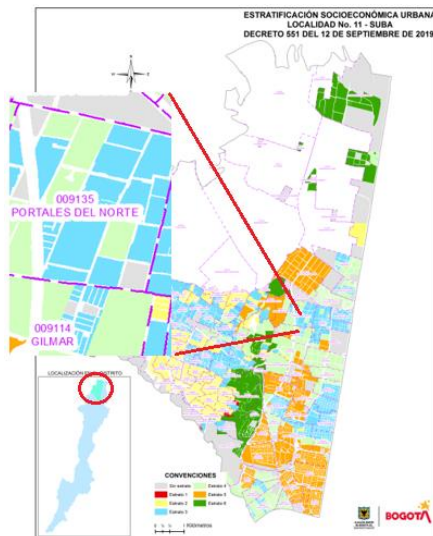


Fig. 1. Colegio ubicado en la localidad de Suba, estrato 3, en el norte de Bogotá [4].

3. Resultados

Para el desarrollo de los resultados se tuvo en cuenta como eje central la comprensión que pueden llegar a los estudiantes en la enseñanza remota, por tanto, fue necesario considerar las construcciones y reflexiones al final de cada una de las experiencias por parte de los estudiantes, se hizo un cierre teniendo como comparación las experiencias de la educación presencial. De igual forma, se realizó una profundización a cada uno de los temas por parte de los docentes de forma teórica, con esta realimentación se buscaba consolidar el conocimiento que se generó de forma autónoma por los estudiantes.

3.1. El caso de los estudiantes de grado sexto

Para el segundo periodo del año académico se trabajó con los estudiantes de grado sexto en modalidad virtual el tema de evolución, teniendo como punto central los elementos que ellos podían reconocer alrededor de todas las teorías evolutivas, se tuvo en cuenta videos y principalmente la película “La era de hielo 4”, ya que inicialmente tenía elementos muy apropiados para comprender las diversas teorías evolutivas que han surgido.

Una vez presentada la película los estudiantes, estos debían identificar cuáles eran las teorías que se iban desarrollando en relación al manejo teórico que se le había dado en clase. Así, se reconoció que principalmente la mayoría de estudiantes vincularon el proceso del lamarckismo en términos de esfuerzo de las especies, ya que en la película se mostraba como la fragmentación de los continentes hizo que el cuello de las jirafas se estirara, tal como se muestra en la figura 2.



Fig. 2. Escena de la película La era de hielo 4, en la cual se ejemplifica los procesos de alopatria en términos lamarckianos [5]

De igual forma debían hacer una exposición en la cual señalaban elementos necesarios para las adaptaciones de las especies, así, se vinculó un aspecto relevante: “la biogeográfica”, dónde se evidencia primero, la división de los continentes a partir de la película (ver Figura 3). Segundo, en el plano real se identifica principalmente la línea de Wallace como un aspecto a tener en cuenta para la división de las especies en la forma de especiación alopátrica, tal como se muestra en la figura 4.



Fig. 3. Escena de la película La era de hielo 4, en la cual se ejemplifica los procesos de deriva continental [5].

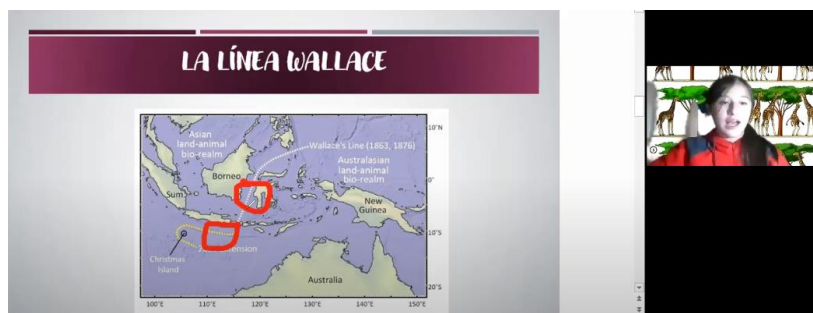


Fig. 4. Estudiante explicando los procesos de alopatría en la línea de Wallace.

Con lo anterior se puede reconocer que la teoría puede estar acompañada de elementos lúdicos tales como las películas, también pueden vincularse videojuegos u otras herramientas alternativas como forma de apoyo para la comprensión de los conceptos que se hallan vinculados en las diversas clases de ciencias, por tanto, en tiempos de pandemia es necesario buscar herramientas de apoyo que den soporte a las construcciones que los estudiantes vayan generando.

Finalmente, se debe aclarar que no se logró la participación del 100% de los estudiantes, ya que muchos de los que se encontraban en modalidad virtual no participaron de las mismas, esto se debe principalmente a los factores que influyeron en la enseñanza en el marco de la virtualidad, el primero de ellos fue el desinterés ante la modalidad y el segundo fue la falta de recursos tecnológicos para poder acceder a las formas de desarrollo de las clases.

3.2. El caso de los estudiantes de grado décimo

La primera actividad consistió en personificar el elemento asignado por la docente, cada estudiante, teniendo en cuenta lo aprendido en clase debía asumir el rol del elemento (si el elemento fuera una persona cómo se comportaría), para ello se tuvo en cuenta las propiedades químicas y físicas, los diferentes estados en los que se puede encontrar el elemento y los diferentes compuestos que forman en la cotidianidad, y con los cuales ellos están familiarizados en su entorno pero desconocen desde la química como el nombre y su composición. Esta actividad tuvo bastante acogida por parte de los estudiantes puesto que representaron de forma física, utilizando objetos, alimentos y vestuario para evidenciar, por ejemplo, el color del elemento, que tipo de compuestos forman, su estado en la naturaleza y como nos beneficiamos de estos (ver Figura 5).

Por otra parte, los estudiantes realizaron una exposición vía zoom donde mostraron los diferentes objetos tales como, productos de aseo, cuidado personal, alimentos entre otros, y se abordó desde el lenguaje propio del saber y dando a conocer su nomenclatura, composición y función, se pudo evidenciar que la gran mayoría de los

estudiantes dan cuenta de la nomenclatura química de la formulación de compuestos y la importancia de la química en la vida cotidiana.



Fig. 5. Personificación de la reacción del elemento Planta (Ag) con el elemento Cobre (Cu) por parte de una estudiante.



Fig. 6. Explicación de la composición del banano principalmente para el Potasio (K).

Esta actividad fue fundamental para las clases de química, sacando provecho de la coyuntura que permitió la pandemia, los estudiantes podían reconocer elementos de su cotidianidad y así mismo, vincular que estos tienen una composición química que en muchos casos puede ser desconocida. Con el mismo reconocieron las propiedades específicas, de esta manera identificar los múltiples usos que pueden tener los diversos átomos en los compuestos y cómo estos hacen que algunas sustancias puedan tener ciertas reacciones con nuestro cuerpo o con los objetos que utilizamos a diario.

3.3. La enseñanza de las ciencias en tiempos de pandemia

La llegada de la pandemia de la covid-19 realmente ha implicado muchos retos, no solo en aspectos políticos, sociales e incluso filosóficos, sino también en la enseñanza [3]. Todos los currículums de un momento a otro debieron transformarse abruptamente para poder acoplarse y responder a la nueva realidad que implicaba el encierro por la rápida propagación que tuvo el virus SARS COV 2, de esta manera se puede reconocer que los procesos de asociación humana son los que han permitido que exista una cooperación de forma inmediata [6], que llegó a transformar la forma relacional que teníamos entre humanos en diferentes dimensiones.

Así, la escuela no es la excepción y por tanto implicó también generar cambios didácticos en términos pedagógicos para poder lograr llegar a la comunidad educativa, de esta manera empezó un plan de migración de contenidos diseñados inicialmente de forma presencial a contenidos netamente virtuales. Sin embargo, para el caso de la enseñanza de las ciencias el reto implica un poco más de esfuerzo, ya que como es bien sabido la base específica de la enseñanza de las ciencias es la experimentación, por tanto, propició nuevos procesos de enseñanza.

Con las dos experiencias que se han socializado, se pudo reconocer que la enseñanza de las ciencias no sólo puede llegar aún más allá de la experimentación, sino que también de forma relacional se pueden vincular procesos de construcción conceptual que pueden ser significativos para los estudiantes [2]. El uso de herramientas alternativas es la base principal de los diferentes procesos de Educación que se desarrollaron durante la pandemia, sin embargo, no se puede prescindir de ellos en tiempos de normalidad, ya que nos encontramos en una sociedad que ha sido construida a partir de la ciencia, por tanto, los elementos que utilizamos a diario y las películas nos van a vincular procedimientos que son propios de la ciencia [2], de esta manera, podemos ser conscientes de cómo la ciencia está aportando y transformando los mismos procesos sociales.

De igual forma, se tuvo en cuenta también el planteamiento de Rafael Porlán en el cual señala varios elementos esenciales de la transformación de la educación en tiempos de pandemia. Inicialmente, se debe tener en cuenta la relevancia de los conceptos enseñar y como estos no pueden ser fragmentados, sino deben ser integradores para así generar aprendizajes significativos [1], también se debe priorizar la emocionalidad de los estudiantes ya que en tiempos de pandemia es un factor fundamental para lograr una aceptación y construcción de los conceptos a aprender [1]. Se debe estar siempre atentos a transformar nuestra práctica ya que la realidad es están cambiando y no podemos predecir las transformaciones que pueda llegar a tener nuestra realidad social y por tanto las diversas formas educativas.

4. Conclusiones

La dinámica de la pandemia hizo que movilizaran los procesos educativos de formas complejas, en términos de alternativas fácticas para poder llevar a cabo la enseñanza de conceptos, sin embargo, como se ha indicado en este trabajo, se ha logrado abrir la perspectiva a otras dinámicas tales como el apoyo en otras herramientas, como lo son las películas o las plataformas de soporte que pueden ser eficaces para un proceso de educación a distancia, así, la biología y la química pueden tener procesos efectivos para su enseñanza, vinculando elementos que dinamicen y motiven al estudiante para querer comprender desde otra perspectiva los conceptos que se proponen.

Por otro lado, se pudo reconocer que acercar a los estudiantes a herramientas alternativas permitió afianzar en cierta medida los conceptos teóricos que se habían trabajado en términos de evolución. Las teorías evolutivas como el lamarckismo y el darwinismo, fueron muy importantes para relacionar la geografía y de esta forma la especiación de los seres vivos, encontrando una relación entre el biotopo y la biocenosis en términos evolutivos.

La experiencia por parte de la química fue esencial, ya que el imaginario que se tiene inicialmente para esta disciplina es que solamente es aplicable en un laboratorio, sin embargo, con el ejercicio planteado en el cual los estudiantes asumieron un rol y en el cual también explicaban un compuesto, permitió reconocer que cotidianamente estos elementos desarrollados a partir de la ciencia también hacen parte de nuestra construcción social, con esto pudieron comprender de qué forma ciertos elementos pueden ser de utilidad para nuestra cotidianidad.

Finalmente, Se debe garantizar una evaluación continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje, para que estos puedan ser más efectivos y significativos para el estudiantado. Por tanto, la virtualidad no se puede abandonar en su totalidad, si no que a partir de esta se pueden generar procesos de transformación en la educación, principalmente científica, para generar resultados provechosos para los que estén involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

5. Referencias

- [1] Porlán, R. (2020). El cambio de la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de pandemia. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 2(1), 1502. doi:10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2020.v2.i1.1502
- [2] Fardoun, H., Yousef, M., González-González, C., & Collazos, C. (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia. *Education in the Knowledge Society*, 21(17).
- [3] Rivera, J. (2020). El Efecto del COVID-19 en la Economía y la Educación: Estrategias para la Educación Virtual de Colombia. *Revista Scientific*, 5(17), 280-291.
- [4] Alcaldía Mayor de Bogotá (s.f.). *Secretaría Distrital de planeación*. (Secretaría Distrital de planeación) Recuperado el 25 de Septiembre de 2021, de <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/estratificacion/estratificacion-por-localidad>
- [5] Martino, S., & Thurmeier, M. (Dirección). (2012). *Ice Age: Continental Drift* [Película]. Estados Unidos.
- [6] Harari, Y. (24 de julio de 2015). *YouTube*. (YouTube) Recuperado el 25 de Septiembre de 2021, de https://www.youtube.com/watch?v=nzj7Wg4DAbs&t=761s&ab_channel=TED

“Aprendijuegos”: una actividad lúdica como cierre de la unidad temática

Noelia Melian ¹, Lucrecia Curto ¹

¹ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Química Biológica, Cátedra de Química Biológica Superior
noelia.melian@hotmail.com; lucrecia.curto@gmail.com

Resumen. La monotonía del repaso y el cierre de una unidad temática tienen notables desventajas en el proceso de aprendizaje de los alumnos. Rediseñar este tipo de clases mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TICs) es un desafío, pero representa una oportunidad de éxito. La planificación de esta propuesta consiste en el uso simultáneo de una aplicación móvil de preguntas y respuestas en tiempo real a manera de actividad lúdica y una plataforma de videoconferencia. El progreso de la ejercitación está dirigido por el docente, responsable de articular repaso, explicaciones, debate y ambiente de confianza. La implementación de esta renovada clase brindó resultados satisfactorios. Es posible reinventar el aula con una postura emprendedora y con disposición a desaprender para luego reaprender [1].

Palabras clave: Actividad lúdica. Proceso del aprendizaje. Repensar.

1. Introducción

Los principales objetivos de una clase de cierre son: (i) evaluar cualitativamente el proceso de aprendizaje de los alumnos, (ii) aclarar dudas acerca de conceptos clave y (iii) realizar un repaso profundo. Si bien la mayoría de las clases de repaso suelen terminar siendo clases meramente expositivas -las cuales son, por excelencia, uno de los pilares de la didáctica clásica-, la consolidación de las explicaciones se logra gracias a actividades y ejercicios [2]. Esta combinación de clase teórico-práctica con didáctica puede llevar a transformarse en una instancia evaluativa, siempre y cuando los alumnos tengan una participación activa. Este tipo de evaluación denominada evaluación formativa recupera información con la finalidad de analizar y reformar la manera de enseñanza y aprendizaje en función a la necesidad de los alumnos y de las expectativas de logro deseadas. Ésta ofrece herramientas para orientar, sugerir y reforzar conocimientos a cada uno de los estudiantes durante el proceso del aprendizaje [3]. Una evaluación no siempre implica que la misma deba desarrollarse en un ambiente formal, en el cual los alumnos sientan presión o miedo frente a los resultados y/o a la actitud del docente. Es por esto que las clases de cierre de un determinado bloque temático -pensadas como un repaso general llevado a cabo de manera lúdica- permiten enriquecer

una evaluación formativa desde varias perspectivas. Esto último es válido tanto para el docente como para el alumno. Los resultados obtenidos una vez realizada dicha actividad, ayudan al docente a identificar tipos de comprensión y/o inteligencias [4], a reconocer debilidades y fortalezas de los alumnos y a mejorar la relación de confianza entre pares. Por parte del alumnado, contribuye a aprender a autoevaluarse, es decir, a reconocer su proceso de aprendizaje, expectativas de logro y a utilizar las correcciones y comentarios del docente como herramientas formativas.

Este tipo de actividades comienza a convertirse en una buena práctica de evaluación en la cual el desarrollo de intercambios, diálogos, formulación de preguntas, errores, correcciones y aciertos contribuyen a la retroalimentación. Asimismo, la implementación de las clases sincrónicas, sean presenciales o virtuales, con una actividad interactiva y lúdica construye una nueva oportunidad para el docente, actualizando la búsqueda del aprendizaje y desarrollo [5].

2. Diversión en el aprendizaje

Diseñar e implementar una actividad de cierre lúdica, previa al examen, resulta de utilidad tanto para docentes como para alumnos. Esta oficina de herramienta evaluativa del proceso de aprendizaje. Asimismo, los alumnos pueden usar este tipo de actividad como repaso de contenidos e instancia de aclaración de eventuales dudas.

El uso de una aplicación móvil basada en un juego de preguntas y respuestas para una audiencia en tiempo real (Mentimeter) permite evaluación, retroalimentación y colaboración entre docentes-alumnos. Esta actividad fue puesta en marcha en 2020, se reiteró en 2021 y se incorporará en las subsiguientes cursadas de la asignatura Química Biológica Superior de la carrera de Bioquímica (Universidad de Buenos Aires).

La planificación de este tipo de clase consta, en primer lugar, de un juego perteneciente a una aplicación, seguido de un redondeo de conceptos generales y finalizando con una encuesta para evaluar el impacto de esta actividad (Fig.1).

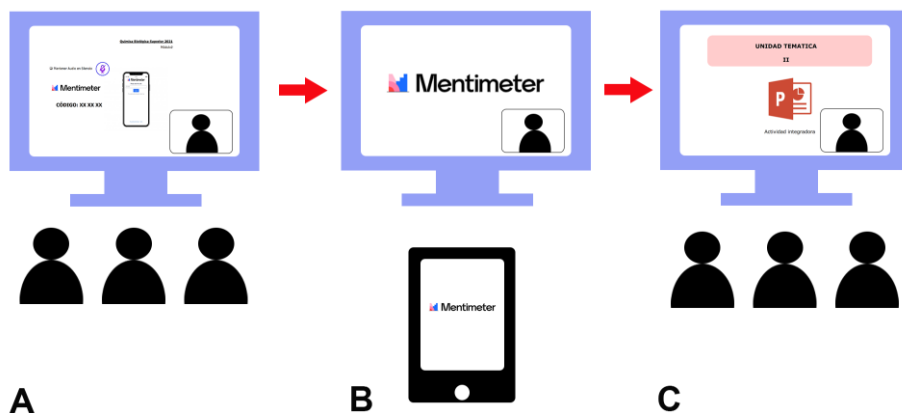


Figura 1. La secuencia de las actividades principales de la clase de repaso consta de la presentación de la ejercitación (A), la actividad lúdica (B), el repaso y cierre de conceptos relevantes (C)

2.1. Aplicación y presentación

La aplicación Mentimeter posibilita la interacción en tiempo real con una audiencia numerosa mediante la realización de una serie de preguntas. El diseño del cuestionario permite seleccionar distintas cantidades y tipos de preguntas, así como también el tiempo asignado a la espera de la respuesta. En nuestro caso, utilizamos preguntas de opción múltiple con un tiempo máximo de respuesta de 1 minuto. Una vez finalizado el lapso establecido, la respuesta correcta se visibiliza junto al porcentaje de respuestas obtenido para cada una de las opciones. Cada pregunta cierra parcialmente un *ranking* conformado entre aquellos que han contestado en tiempo y forma. Finalizado el juego, se da a conocer al ganador.

Durante los últimos dos años hemos combinado el uso de este tipo de aplicación con una plataforma de videoconferencia, lo que permitió que el docente anfitrión del juego compartiera en pantalla el progreso del mismo. De esta manera, se facilita que los alumnos conozcan inmediatamente la naturaleza y condición de cada una de sus respuestas. No menos importante es el dinamismo que esta posibilidad le confiere a la clase, concomitantemente estimulando la competencia entre ellos.

Una vez finalizada la actividad lúdica, el docente comparte en pantalla una presentación en la cual se retoman cada uno de los temas que fueron abordados en las distintas preguntas del cuestionario. Como disparador, se proyecta la pregunta, la respuesta correcta y los porcentajes obtenidos. Seguidamente, se abre el debate entre los que adhirieron a las diferentes respuestas y se da lugar a la consulta de dudas. Inicialmente se invita a los propios estudiantes a que contesten a sus compañeros y, finalmente, el docente hace un pequeño resumen del tema abordado valiéndose de gráficos y esquemas. En definitiva, responder el cuestionario permite al alumno autoevaluarse y sacar a la luz conceptos parcialmente comprendidos. El redondeo que presenta el docente, permite repasar -a los que ya han estudiado- y provee de un mini resumen a los que aún no lo han hecho.

La presentación de apoyo debe incluir diapositivas minimalistas con información clara y visualmente impactante. La presencia de gráficos, tablas, esquemas y/o figuras colabora a la interpretación de los alumnos y, a diferencia de los textos extensos, no distrae. La principal ventaja de que esta actividad sea precedida por un juego radica en el clima relajado y de confianza que se establece.

2.2. Encuesta

La valoración de esta ejercitación por parte de los alumnos se estima por medio de una encuesta al finalizar la unidad. Su finalidad es la recopilación de datos relacionados a los aspectos pedagógicos y a la estructuración de la actividad. Las preguntas indagan acerca del desarrollo de la clase, la utilidad del encuentro para la autoevaluación de los alumnos, el desempeño del docente y el pedido de propuestas de mejoras en la actividad en vistas de una futura reinención.

Otro de los propósitos de esta encuesta es generar una retroalimentación docente-alumno tendiente a la autoevaluación conjunta de pares. Por un lado, el estudiante evalúa y replantea ciertas modalidades en el estudio. Por el otro, el docente puede conocer la instancia del proceso de aprendizaje en la que sus estudiantes se encuentran a nivel individual y colectivo.

Finalmente, resulta sumamente importante el análisis de la encuesta para obtener información relevante que sustente potenciales cambios en la planificación devenidos de las recomendaciones sugeridas en la encuesta.

3. Desarrollo de la actividad

Los estudiantes deben contar con una plataforma de encuentro sincrónico (por ejemplo, ZOOM) y la aplicación gratuita Mentimeter instaladas previamente en sus dispositivos electrónicos.

Brevemente, el desarrollo de la clase comienza con el encuentro sincrónico en la plataforma digital. Los alumnos se integran a la sala de encuentro y se les brinda un código de acceso al juego que deben ingresar en la aplicación Mentimeter para así comenzar con las preguntas. La actividad lúdica se da inicio una vez que el grupo de estudiantes se encuentra conectado simultáneamente a ambas aplicaciones. La modulación del juego está a cargo del docente para evitar desfase en el progreso del mismo. La aplicación permite proyectar en pantalla las preguntas, los porcentajes de respuestas correctas/incorrectas y una tabla de clasificación en base al tiempo y la respuesta. Se plantean un máximo de 10 preguntas de opción múltiple seleccionadas por su pertinencia. El juego concluye con el anuncio de un ganador. En la segunda etapa, el docente retoma cada pregunta y comparte los porcentajes de cada una de las respuestas usando como soporte una presentación (en nuestro caso usamos un archivo *Power Point*). Se retoman cada una de las preguntas, el docente expone respuestas correctas/incorrectas, realiza justificaciones, aclara dudas, origina preguntas y debates. Este lineamiento de dinamismo tendrá como propósito que sea una audiencia homogéneamente activa. Como cierre de esta clase el docente hace un breve redondeo de los conceptos clave y proporciona a los alumnos una simple encuesta realizada en los formularios de Google. La elección de esta aplicación para llevar a cabo la encuesta se debe a que la misma es de fácil acceso, colecta los datos y genera estadísticas.

4. Resultados

El análisis del impacto de una clase se debe realizar teniendo como base las opiniones, recomendaciones y aprendizaje del alumnado. En principio, es recomendable realizar una breve encuesta que oriente al docente si repensar el aula de esta manera resulta satisfactorio. La encuesta sirve de herramienta para determinar la viabilidad de esta actividad integradora como una clase de cierre de unidad.

En nuestras experiencias en el aula virtual, pudimos consultar a nuestros alumnos acerca de su recorrido por esta ejercitación lúdica. Ellos manifestaron que la consideran

como una buena alternativa para desestructurar la clase convencional a la que están acostumbrados y valoran positivamente la relación de confianza que se establece entre docente-alumno. La diversión fue el término que más representó a dicha actividad (Figura 2A).

A pesar de ser una ocasión de juego, los estudiantes la describieron como una actividad ampliamente abarcativa. No sólo les sirvió como repaso, sino que también pudieron evaluar su instancia de aprendizaje (Figura 2B).

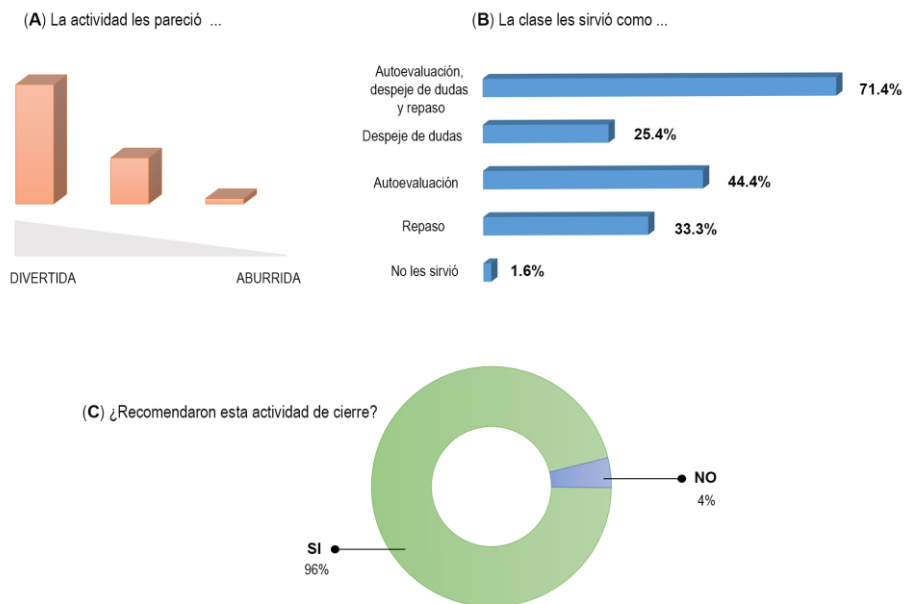


Figura 2. Resultados de las encuestas realizadas a los alumnos. Utilidad de la clase de repaso y cierre de la unidad (A). Impacto emocional (B). Recomendación de este tipo de clases a futuras comisiones(C).

Fuente: Encuestas realizadas en cursadas 2020 y 2021 con una totalidad de 150 alumnos encuestados

El ambiente distendido que se logra promueve la participación activa de los alumnos (debate, interpretación y explicación de cada una de las elecciones). La preferencia de este tipo de actividades por sobre las clases convencionales -de exposición constante- se debe a que representan un beneficio para su aprendizaje. Por esta razón la recomiendan como cierre de bloque temático (Figura 2C).

5. Conclusiones

El éxito de esta actividad radica en la participación activa de los alumnos. Esta herramienta autoevaluativa les permite estimar su grado actual de preparación para el examen y los orienta acerca de lo que deben repasar y reforzar a posteriori.

La flexibilidad de esta actividad permite ser llevada a cabo tanto en presencialidad como en virtualidad. Creemos que la principal fortaleza de esta propuesta yace en su dinámica, la cual promueve un ambiente desestructurado que permite a los alumnos perder la timidez y, a la hora de retomar y analizar cada una de las preguntas, lograr afirmar y explicar la elección de respuestas tanto correctas como incorrectas. Se logra un aprendizaje individual y colaborativo por medio del andamiaje del docente sin recaer en la simplicidad y cotidianeidad de las clases convencionales.

6. Referencias

- [1] Rivas,P.(2020).Aprender a desaprender: Transformando la educación superior.Editorial LID.
- [2] Maggio, M. (2018). Reinventar la clase en la universidad. Editorial Paidós.
- [3] Anijovich, R., González,C.(2013) Evaluar para Aprender. Editorial Aique.
- [4] Gardner, H. (2016). Estructuras de la mente: La teoría de las inteligencias múltiples.Editorial Fondo de cultura económica.
- [5] Maggio, M. (2012). Enriquecer la enseñanza: Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Editorial Paidós.

De experiencia práctica con péndulo a autoevaluación virtual en pandemia

María Julieta Salazar¹, Juan Cruz Bigliani

¹Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. CONICET (Argentina)
mjulietasalazar@unc.edu.ar

²Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
jbigliani@unc.edu.ar

Resumen. El aislamiento debido a la pandemia impidió la realización de las actividades prácticas de la materia Física I (para ciencias Biológicas) de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la UNC. Para acercar a los estudiantes a una experiencia práctica virtual sobre mediciones se realizó una autoevaluación voluntaria, con un formato orientado a juego de rol. Se inició con un video de un péndulo oscilando y los alumnos debían medir el período y responder preguntas que el sistema corregía automáticamente, mostrando una retroalimentación. La participación de los estudiantes fue alta, pero la deserción en el ingreso de respuestas fue grande, mayoritariamente relacionada a las preguntas que requerían tomar mediciones. El aprovechamiento de los recursos autoevaluativos y de las retroalimentaciones dependió del tipo de preguntas pero en general fue bajo aunque parece ser efectivo en el caso de preguntas que marcan repetidas veces los mismos errores.

Palabras clave: Física. Péndulo. Autoevaluación. Virtualidad.

1. Introducción

La Práctica Experimental es una de las acciones didácticas a las que un docente puede recurrir al momento de intentar lograr la construcción de un concepto como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas prácticas de laboratorio, en donde se ponen a prueba ideas, son una excelente herramienta pedagógica y en muchos aspectos, un ámbito esencial para la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos. El laboratorio, en general, brinda a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias y de la experiencia colaborativa con sus pares (Crouch y Mazur, 2001; Monteiro, Cabeza, Marti, Vogt y Kuhn, 2014). También puede y debe ser usado para estimular la curiosidad y el placer por la investigación y el descubrimiento. Además, brinda a los alumnos la posibilidad de explorar, manipular, sugerir hipótesis, cometer errores y reconocerlos, y por lo tanto, aprender de ellos (Calderón, Núñez, Di Laccio y Lannelli, 2015).

Por otro lado, la autoevaluación se ha definido como la participación de los estudiantes en la identificación de normas y criterios para aplicar a su trabajo y la realización de juicios sobre el grado de cumplimiento de estos criterios y normas (Boud, 1986). Numerosos autores han destacado que las habilidades de autoevaluación deben ser una parte importante del plan de estudios en todos los niveles de formación, argumentando teóricamente que la capacidad de los estudiantes para autoevaluar su propio trabajo contribuye tanto a mejorar el aprendizaje en el curso que se está estudiando como a proporcionar una base para el aprendizaje permanente (Royce, 1998); con el tiempo otros autores han logrado demostrarlo empíricamente (McDonald y Boud, 2003). El trabajo de revisión bibliográfica realizado por Nulty (2011) incluye interesantes trabajos de índole cuantitativa que han permitido evaluar la efectividad de la técnica de autoevaluación, conocer la opinión de los estudiantes y sus experiencias, y correlacionar la autoevaluación de los estudiantes con las calificaciones dadas por los docentes.

El dictado de la asignatura Física I para los alumnos del primer año de la carrera de Ciencias Biológicas comprende una serie de actividades de laboratorio que no pudieron ser realizadas en el año 2020 ni en el 2021 debido al aislamiento por la pandemia. Para intentar compensar esta falta de actividades de laboratorio, en la unidad de mediciones, se realizó una autoevaluación en torno a un péndulo simple.

El objetivo de este trabajo fue poner a prueba la autoevaluación orientada a juego de rol como una herramienta de trabajo que permita al estudiante complementar su proceso de aprendizaje de manera autónoma.

2. Estructura de la autoevaluación

Se empleó la plataforma moodle de la FCEFyN y dentro del aula virtual, se creó una autoevaluación voluntaria bajo la herramienta “cuestionario”. La autoevaluación estaba estructurada con un formato orientado a juego de rol. A lo largo de la misma se presentaron una serie de experimentos que, según cuenta el guión de la historia empleada, habían sido realizados por otros estudiantes, y se invitaba a seguir sus pasos. Estos estudiantes hipotéticos cumplen parcialmente con el concepto de agente pedagógico, si bien no hay una imagen visual de ellos, los estudiantes reales podrían identificarse con ellos, aumentando su confianza. A lo largo de la autoevaluación los estudiantes reales debían ver un video de un péndulo oscilar, realizar mediciones con algún cronómetro del que dispusieran, como el de su celular, y realizar una serie de cálculos.

Luego del video se realizaron una serie de preguntas y cada una de ellas contaba con una retroalimentación que los estudiantes veían luego de responder. Estas retroalimentaciones contaban con explicaciones conceptuales, demostraciones de cálculos y videos con explicaciones o demostraciones de experiencias. Al finalizar la autoevaluación, el sistema devolvía una calificación puntuada en la que cada pregunta tenía el mismo valor. Para las preguntas en que los estudiantes debían medir para responder, el sistema contemplaba un margen razonable para calificarla como correcta. .

El relato cuenta la historia de un grupo de estudiantes que debían realizar el trabajo práctico de la unidad de mediciones de Física I, y para ello debían armar un péndulo y medir el valor más probable de su período.

La autoevaluación se divide en 3 etapas. Durante la realización de la autoevaluación los estudiantes podían navegar libremente, es decir que podían avanzar y retroceder para ir saltando de una pregunta a otra.

2.1. Etapa 1

La primera etapa incluyó 5 preguntas y se enfocó en hacer que los alumnos desarrollaran la capacidad de medir el período del péndulo. Primero se les explicó el concepto de período y realizaron la medición. Luego debían leer distintas descripciones sobre cómo medir el período e indicar cuáles correspondían a la medición de un período y cuáles a las de otros tiempos que no constituían un período. Luego debían realizar 3 mediciones con cada una de las modalidades anteriores que sí permitían medir el período, para compararlas y evaluar si había alguna mejor en términos de la calidad de medición. Finalmente debían expresar el resultado de su medición con el mejor de los métodos y su incertidumbre absoluta, indicar la incertidumbre relativa e indicar si ese resultado era el valor más probable para el período del péndulo.

2.2. Etapa 2

La segunda etapa incluyó 6 preguntas y apuntaba a que los estudiantes entiendan una manera de medir con mayor exactitud el período del péndulo. Para eso se les hacía medir una vez el tiempo de duración de 10 períodos. A partir de ello, calcular el de un período y encontrar su incertidumbre. Luego debían comparar este resultado con el de la primera etapa para indicar si se había mejorado o no.

2.3. Etapa 3

La tercera etapa incluyó 4 preguntas y se enfocó en el análisis estadístico de las mediciones. Se les aportó una tabla con 10 lecturas del tiempo que ocupan 10 períodos. La tabla tenía errores de presentación que habitualmente cometen los estudiantes (falta de unidades y falta de incertidumbres) y debían indicar si ellos percibían algún defecto. Luego debían analizar estadísticamente los datos de la tabla, expresar correctamente el valor más probable para el período del péndulo, e interpretar la desviación encontrada en relación a la probabilidad de encontrar determinado valor en futuras mediciones. Finalmente se les proveía la fórmula que relaciona período con longitud del péndulo y gravedad, para que calculen el valor de la gravedad de acuerdo a sus datos de período y determinen si hubo o no errores sistemáticos.

2.4. Segundo dictado

En el año 2021 se repitió el dictado del curso de Física 1, nuevamente bajo la modalidad completamente virtual. La autoevaluación en esta ocasión fue requerida de manera obligatoria para los estudiantes, disponiendo de dos intentos para realizarla.

Para el primer intento tenían 1 semana disponible, luego tenían 2 días para revisar sus errores y luego 5 días para realizar el segundo intento. En ambos intentos podían ver la corrección automática y la retroalimentación luego de responder cada pregunta, sin embargo una vez que completaban la autoevaluación no podían acceder más a esos recursos hasta que no finalizara el plazo del intento. Los estudiantes no sabían que perderían ese acceso al entregar, esto se hizo así para evitar que los alumnos que entregaron primero la autoevaluación no le enviaran la información a los que aún no la habían hecho. Lo único que se modificó en este segundo dictado fue que las dos primeras preguntas, que apuntaban a que los estudiantes pudieran medir correctamente un período, no tuvieron puntaje; el resto de las preguntas sumaron la misma cantidad de puntos cada una.

3. Resultados

3.1. Resultados obtenidos en el dictado 2020, autoevaluación voluntaria

Para poder comprender lo que implica el grado de participación de los estudiantes en la autoevaluación, es importante no perder de vista su carácter voluntario o no obligatorio. También es importante considerar el contexto de aislamiento a causa de la pandemia, que introdujo irregularidades como un incremento de cerca del 80 % en el número de inscriptos, una mayor demanda de tiempo para los estudiantes ya que debieron afrontar muchos desafíos en soledad y sin el acompañamiento regular de pares y docentes.

3.1.1. Participación de los alumnos y nivel de respuesta de la autoevaluación

En el curso se inscribieron 166 estudiantes, un 43 % ingresó a la autoevaluación, algunos de estos estudiantes incluso la realizaron en más de una oportunidad. De esa manera hubo un total de 83 intentos de resolverla. En la fig.1 puede apreciarse el nivel de respuesta que se obtuvo en ese total de intentos. Un 34 % de estudiantes no dieron respuesta a ninguna pregunta, siendo imposible saber si al menos recorrieron y leyeron el material completo. Un 35 % de los estudiantes respondieron menos de la mitad de las preguntas y abandonaron (Nivel “Incompleta”). Un 24 % de estudiantes respondieron más de la mitad de las preguntas aunque no todas (Nivel “Muy Completa”) y un 6% completaron íntegramente la autoevaluación (Nivel “Completa”). La calificación promedio obtenida por los estudiantes aumenta con el nivel de respuesta al que pertenecen, lo que es esperable ya que acumulan puntos por un mayor número de respuestas. Sin embargo puede destacarse que en los exámenes parciales, la calificación promedio obtenida por los estudiantes pertenecientes al nivel “Completa” es relativamente alta si se la compara con el desempeño general del grupo completo.

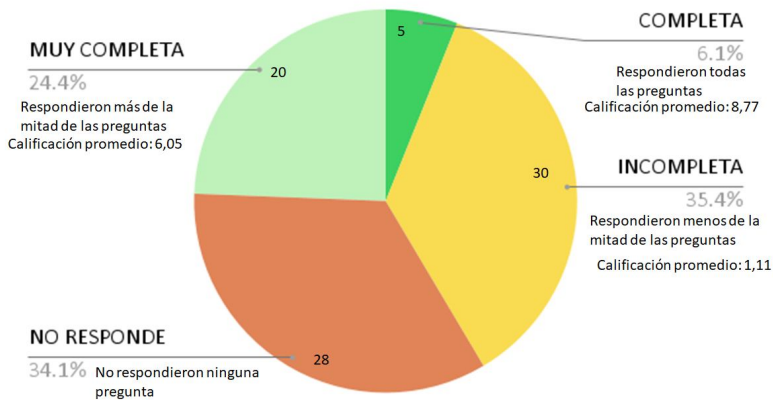


Fig. 1. Cantidad de estudiantes que realizaron la autoevaluación separados en función de la cantidad de preguntas que respondieron.

3.1.2. Deserción a lo largo de la autoevaluación

Los resultados presentados hasta aquí plantean un interrogante: ¿con qué se relaciona el abandono o deserción a lo largo de la autoevaluación? Con el propósito de indagar en esto, la fig.2 muestra cómo los estudiantes fueron desertando en la autoevaluación pregunta a pregunta. Las mayores deserciones se dieron en el momento en que apareció alguna de las preguntas que implicaban realizar mediciones (P1, P3 y P6).

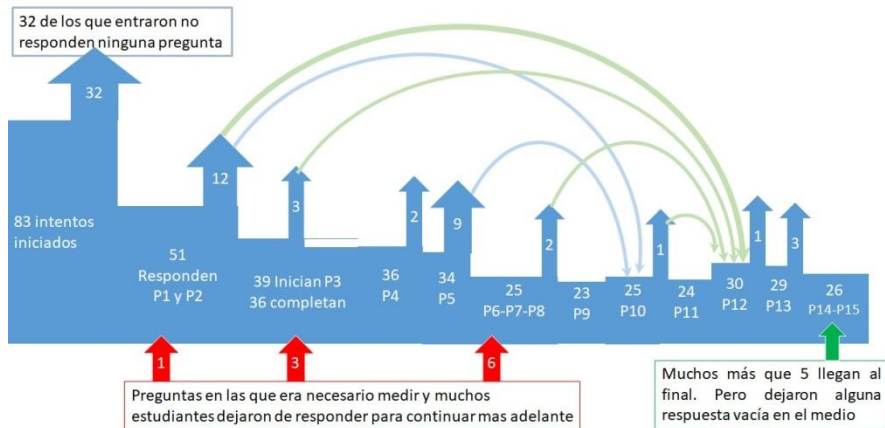


Fig. 2. Muestra el número de estudiantes que fueron desertando o respondiendo de forma saltada a lo largo de la autoevaluación.

En la primera de ellas desertaron 28 estudiantes, aunque por ser la primera en requerir mediciones, y también la primera en general, no es posible saber se trató de estudiantes que ingresaron sólo por curiosidad o con poca disponibilidad de tiempo y que de todos modos no responderían. Al aparecer la pregunta 3, que requiere un gran número de mediciones, desertaron 15 estudiantes (12 de ellos inmediatamente y 3 luego de realizar solo algunas mediciones). Algunos de ellos retomaron la

autoevaluación en preguntas posteriores, mostrando un rechazo a la práctica. Al aparecer la pregunta 6, desertaron 9 estudiantes. En contraste, de las 12 preguntas que no implicaban mediciones, en 7 no hubo deserción alguna y en las otras 5 la deserción varió entre 1 y 3 estudiantes.

En este esquema también destacamos que pese a que sólo 5 estudiantes completaron íntegramente la autoevaluación, 26 llegaron y respondieron hasta la última pregunta, esto se relaciona con que todos los estudiantes en la categoría "Muy completa" llegaron hasta el final dejando una o muy pocas preguntas sin respuesta.

3.1.3. Aprovechamiento de los recursos ofrecidos para que el estudiante se autoevalúe.

Al responder cada pregunta los estudiantes podían apretar un botón llamado "comprobar", con el cual accedían a dos recursos para ejercer el proceso de autoevaluación. Uno de los recursos era la calificación, mediante cruces rojas y tildes verdes, indicando en cada casillero si la respuesta había sido correcta o incorrecta. El otro recurso era la retroalimentación, un casillero que incluía la respuesta correcta además de textos, gráficos o videos que explicaban el razonamiento necesario para llegar a esa respuesta correcta. Para analizar si los alumnos aprovecharon estos recursos se hizo un seguimiento de preguntas que estuvieran vinculadas de alguna manera.

En el caso de la primera pregunta, ésta incluía instrucciones sobre cómo emplear los casilleros de respuesta, lo cual sería válido en toda la autoevaluación. Hubo 11 estudiantes ignoraron las instrucciones por lo que perdieron el puntaje, incluso cuando habían resuelto bien la actividad. En las siguientes preguntas solo 2 de ellos mejoraron empleando de manera correcta los casilleros de respuesta, 6 continuaron haciéndolo mal, y 3 abandonaron.

En relación a las preguntas que requerían medir, los estudiantes debían incluir la incertidumbre de sus mediciones. En la primera de estas preguntas hubo 16 estudiantes que subestimaron la incertidumbre. En las siguientes preguntas 10 de ellos cambiaron su forma de responder, pero sólo 5 pasaron a hacerlo de forma correcta. Esto podría estar indicando que algunos estudiantes apreciaron las cruces rojas, y supieron que algo debía ser diferente, pero no leyeron o no comprendieron la retroalimentación como para aplicarlo en situaciones posteriores.

3.2. Resultados obtenidos en el dictado 2021, autoevaluación obligatoria

En el dictado del curso durante 2021, el número de inscriptos fue 101. Si bien la autoevaluación se desarrolló al finalizar la primera unidad, es decir en una fase temprana del semestre, sólo 88 estudiantes participaron, los demás hicieron un abandono temprano de la cursada. Así el número total de intentos es similar al del año anterior. En el primer intento, aprobaron (con un puntaje de 4 sobre 10 o más) un total de 65 estudiantes (74 %), el resto reprobó. La calificación promedio de los estudiantes que aprobaron el primer intento fue de 6,90 puntos, la de quienes reprobaron fue de 1,78 puntos, y la de todos los estudiantes fue de 5,56. Solo 16 estudiantes de los reprobados realizaron un segundo intento, aprobándolo 14 de ellos; y solo 1 estudiante que había aprobado hizo un segundo intento voluntario. Entre ellos

constituyeron una calificación promedio de 7,18 puntos. Las primeras calificaciones de los estudiantes que hicieron un segundo intento fueron reemplazadas por su segundo resultado, de este modo la calificación promedio final del curso fue de 6,50.

En esta oportunidad, si se contemplan ambos intentos, en el 95 % de los mismos, los estudiantes respondieron más del 75 % de las preguntas. A diferencia de la autoevaluación voluntaria, esta vez las preguntas que implicaban realizar mediciones no mostraron una falta de respuesta que las diferencie del resto de las preguntas. En este caso, las últimas preguntas de la tercera etapa fueron las menos respondidas, habiendo un 15 % de los intentos en los que no se ingresó respuesta para ellas.

La primera pregunta no tenía puntaje asignado pero pretendía lograr que los estudiantes aprendan a medir el período y a ingresar sus respuestas en los casilleros, un 25,5 % introdujo de manera errónea su respuesta, sin seguir las indicaciones. En la siguiente pregunta que requería respuestas del mismo tipo un 19,4 % continúa fallando. Con respecto a la subestimación de la incertidumbre asociada a la medición, en la primera pregunta cometen esta equivocación un 18,4 % de los estudiantes, y en la siguiente pregunta vuelven a cometerla un 15,3 %. Con respecto al mal uso de las unidades, un 5 % lo hace mal en la primera pregunta, un 4% lo sigue haciendo mal en la siguiente pregunta, para la siguiente pregunta solo un 2 % lo hace mal, y al final de la autoevaluación nadie emplea mal la unidad (fig.3).

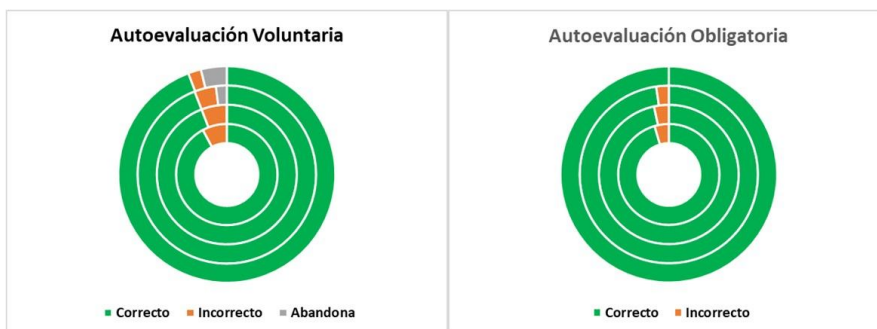


Fig. 3. Muestra el aprovechamiento de la autocorrección y retroalimentación con respecto al uso de unidades en la autoevaluación voluntaria y en la obligatoria. Anillo desde el interior hacia el exterior: pregunta 1, pregunta 3, pregunta 4, todas las preguntas siguientes.

Si bien hasta aquí el aprovechamiento que los estudiantes hicieron de la retroalimentación parece igual de bajo que en el dictado anterior al estudiar la primera pregunta, una pregunta posterior mostró una tendencia diferente. Por ejemplo, en el caso de la última pregunta de la primera etapa (pregunta 5), que además fue la que mostró la calificación promedio más baja de toda la autoevaluación. En ella, los alumnos debían indicar si el resultado obtenido hasta el momento era el valor más probable para el período del péndulo. Solo 23 estudiantes (26 %) respondieron correctamente. Las respuestas dadas por el resto de los estudiantes mostraron que en la mayoría de los casos no sabían qué era lo que se les estaba pidiendo. La pregunta 11, vuelve a preguntar lo mismo para un nuevo resultado al que los alumnos arribaron, y en esta oportunidad 59 (67 %) responden correctamente, lo que indica que de los 65 estudiantes que se equivocaron en la pregunta 5, más de la mitad (36

estudiantes) parecen haber prestado atención a la retroalimentación, al menos en esa pregunta.

4. Conclusiones

El bajo porcentaje de estudiantes que resolvió al menos un 50 % de la autoevaluación sumado a la marcada deserción en las preguntas que implican medir, parece ser una réplica, de lo que se ha observado a lo largo de los años en el dictado de este curso de física. El modo tradicional de evaluación se concentra en la resolución de ejercicios concretos, y por eso, un gran número de estudiantes invierten su tiempo de estudio practicando ejercicios sin esforzarse demasiado en comprender previamente los conceptos pese a la insistencia de los docentes sobre la importancia de esto. Junto con esto, y por el mismo motivo, parecen no darle una marcada importancia a las prácticas experimentales. Por esto, es probable que, desde su perspectiva, los estudiantes hayan percibido, al encontrarse con la autoevaluación en general y con las preguntas donde hay que medir en particular, que ello no los preparaba para el examen y por eso decidieron ocupar su tiempo en otra actividad o realizarla sin invertir demasiado tiempo en ella.

En general, el porcentaje de estudiantes que parece sacar provecho de las retroalimentaciones es bajo. Es posible que esto esté relacionado con lo mencionado en el párrafo anterior, y al no tratarse de una actividad que no se evalúa explícitamente, muchos de los estudiantes que la realizaron, lo hicieron saltando lectura que creían que no era provechosa. Al mismo tiempo es notable como las retroalimentaciones se aprovechan de forma diferente de acuerdo a la pregunta que se trate. Esta diferencia parecería estar relacionada con la seguridad que sienten al responder las preguntas. Los resultados sugieren que cuanto mayor es su seguridad al responder, prestan menos atención a las retroalimentaciones y en caso de estar equivocados no aprenden de sus errores.

Algo que sale a la luz, seguramente por haberse tratado de una actividad optativa, es que quienes la realizaron completamente son alumnos que obtuvieron un promedio muy superior a la media en los exámenes durante el cursado. Este promedio superior, no se debe a lo aprendido por haber realizado la autoevaluación (o lo será en un pequeño porcentaje), sino que muestra que los estudiantes que utilizaron este recurso, a juzgar por sus altos promedios, son estudiantes que en general tienen mayor grado de aplicación en la materia. Esto nos obliga necesariamente a reflexionar sobre posibles estrategias para que actividades como estas, sean aprovechadas también por los estudiantes que más lo necesitan. En el segundo dictado, la autoevaluación se sustanció como obligatoria, y esto ayudó a mejorar en cuanto a la participación de los estudiantes, sin embargo, no parece haber mejoras en el aprovechamiento de los recursos autoevaluativos. Estos cambios parciales en el aprovechamiento, refuerzan aún más nuestras ideas sobre que, más allá de la obligatoriedad o no, lo más productivo sería lograr que los estudiantes comprendan que el verdadero aprendizaje

se logra cuando aplican los conocimientos en una práctica experimental y que esa será la forma en que usarán lo aprendido en el futuro.

5. Referencias

- Boud, D. J. (1986). *Implementing Student Self Assessment*, Higher Education Research and Development Society of Australia.
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., y Lannelli, L. M. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 212-226. DOI: 10498/16934
- Crouch C. H., Mazur E. (2001). Peer Instruction: Ten Years of Experience and Results. *American Journal of Physics*, 69, 970-977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- McDonald, B. y Boud, D. (2003). The Impact of Self-assessment training on performance in external examinations, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 10(2), 209-220, DOI: 10.1080/0969594032000121289
- Monteiro, M., Cabeza, C., Marti, A., Vogt, P. y Kuhn, J. (2014). Angular velocity and centripetal acceleration relationship. *The Physics Teacher*, 52 (5), 312-313.
- Nulty, D. D. (2011). Peer and self-assessment in the first year of university, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(5), 493-507. doi:10.1080/02602930903540983
- Royce D. S. (1998) Formative Assessment: revisiting the territory, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5:1, 77-84, DOI: 10.1080/0969595980050104

Interpretación de gráficas del movimiento circular en ingeniería

Guillermina Ávila García¹; Liliana Suárez Téllez² y Fabiola Escobar Moreno¹

¹Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Química e Industrias Extractivas (México)

gavilag@ipn.mx, fescobar@ipn.mx

²Instituto Politécnico Nacional. Dirección de Formación e Innovación Educativa. (México)

lsuarez@ipn.mx

Resumen. Este artículo centró su estudio en la importancia de la interpretación de gráficas a través de la experiencia de fenómenos físicos con movimiento circular en una escuela de una universidad pública en México en la unidad de aprendizaje: Laboratorio de Mecánica Clásica. La comunicación en la Física es medular para propiciar el desarrollo de competencias en los estudiantes, por lo que el estudio tuvo un corte metodológico cualitativo que analiza el trabajo de 25 estudiantes del curso en la licenciatura en Ingeniería en Química Industrial, utilizando las categorías de análisis de: experimentación, graficación con el uso de tecnología que se centran en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes a través de la modelación matemática y se analizaron las interpretaciones que los estudiantes infieren a partir de las representaciones gráficas.

Palabras clave: graficación con tecnología, modelación matemática, movimiento circular, representación gráfica, representaciones visuales.

1. Introducción

Este trabajo estudia la interpretación de las gráficas en el laboratorio de Mecánica en una escuela de ingeniería de una universidad pública en México, a través de la modelación con experimentos caseros usando la herramienta Tracker. Con esta propuesta se enfatiza la comprensión del movimiento circular con gráficas, que, según Idoyaga, et al. (2019), son modulares en la comunicación de la Física propiciando el desarrollo de las competencias de los estudiantes. Este reporte se enfoca en la representación e interpretación gráfica de las variables que intervienen en el movimiento circular en las gráficas que obtienen los estudiantes antes y después del uso de la tecnología cuyo contraste, como apuntan Suárez y Cordero (2010), propicia la generación de conexiones entre el estudio matemático del movimiento y la situación física en la que se produce.

Por otro lado, Molina-Toro, Villa-Ochoa y Suárez (2018) aseguran que se requiere establecer los nexos entre la realidad de los estudiantes y las matemáticas escolares para la integración de modelos y la modelación, y a partir de esta integración atender las limitaciones y barreras que ofrecen los currículos rígidos y que se logren consolidar espacios en los que el estudiante tenga un rol que les permita ser partícipes de la producción de conocimiento.

En este sentido, el trabajo presenta hallazgos importantes en cuanto a la producción de conocimiento de los estudiantes, ya que parten de las experiencias de modelar fenómenos físicos y partir de esto asociar el comportamiento del movimiento de dichos fenómenos con la representación gráfica que se genera y con ello asociar el comportamiento con las ecuaciones estudiadas de forma teórica. Este tipo de consideraciones representan desafíos para los docentes quienes deben tener una planeación bien estructurada y sobre todo que oriente en todo momento al estudiante en las tareas asignadas de tal forma que el estudiante sea provisto de elementos necesarios para la interpretación.

En ese mismo orden de ideas, Molina-Toro, et al. (2018), consideran la experimentación con tecnología sin que la tecnología sea concebida como una herramienta de apoyo para la actividad de experimentación, más allá de ello, la tecnología está considerada como un aspecto constitutivo; es decir una experimentación sin tecnología no tiene sentido.

Más aún, en este periodo de confinamiento que se trabaja vía remota y desde el hogar, y a falta de sensores de movimientos que se tienen en los laboratorios escolares, se trabaja en este caso con materiales caseros y usando tecnología para modelar, con la herramienta Tracker.

En concordancia con Idoyaga, Maeyoshimoto, Moya y Lorenzo (2017), apuntan al papel de un gráfico que cumple el discurso de la disciplina, distinguiendo entre dos categorías de uso científico:

1. Uso experimental: el gráfico se usa para representar el comportamiento de un grupo de datos.
2. Uso teórico: el gráfico se emplea como modelo teórico sobre el comportamiento de los fenómenos.

En este sentido, la interpretación de los estudiantes forma un constructo conceptual importante en cuestión de la modelación matemática analizando fenómenos físicos.

2. Contenido

En esta investigación de acuerdo con la modelación matemática, graficación con tecnología nos lleva a plantear el siguiente objetivo: Analizar la interpretación que realizan los estudiantes de ingeniería sobre la graficación en el estudio del movimiento circular a través de la modelación con experimentos caseros. La investigación pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Las representaciones visuales y gráficas de los fenómenos físicos realizados con experimentos caseros desarrollan un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes?

El tipo de investigación es de corte cualitativo, donde se analiza el trabajo de 25 estudiantes del curso de Laboratorio de Mecánica del primer semestre de la licenciatura en Ingeniería en Química Industrial. Se utilizan como categorías de análisis la construcción del conocimiento a partir del uso de la experimentación, la graficación y la tecnología que, orientan los procesos de modelación matemática (Molina-Toro, et al, 2018). Los datos se recolectaron a partir del desempeño de los estudiantes en las tareas de la llanta en movimiento; la obtención de datos con tecnología y el análisis de las gráficas resultantes.

Las fases de la sesión fueron las siguientes:

1. *Experimentación con materiales caseros y videograbación:* durante el desarrollo de la práctica los estudiantes utilizaron la llanta de una bicicleta para la reproducción del movimiento circular, del cual se realizó la grabación para el análisis con tecnología y la observación de la diferencia entre la velocidad angular y velocidad lineal.



Fig. 1. Movimiento circular con la llanta de una bicicleta, recuperado de trabajo de los estudiantes.

2. *Graficación con tecnología:* en el laboratorio presencial se utilizan sensores, en sustitución de éstos se utilizó Tracker para el análisis, donde se estableció la relación entre el movimiento circular uniforme (MCU), la velocidad angular y lineal de la llanta. Los estudiantes realizan observaciones con respecto a la gráfica y asocian las variables de rapidez con respecto al radio que tiene la llanta de bicicleta.

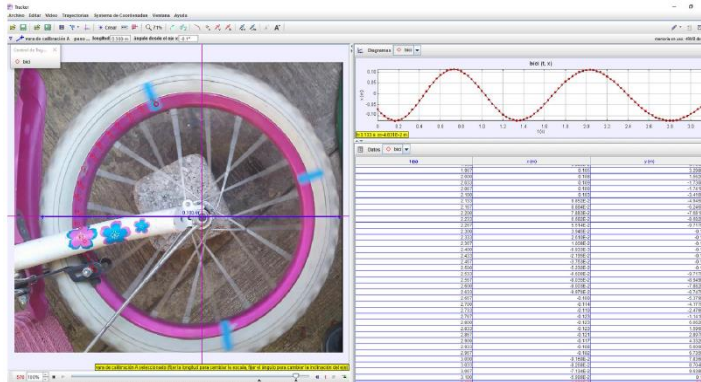


Fig. 2. Movimiento circular con la llanta de una bicicleta, analizado con tecnología (herramienta Tracker)

Las categorías de análisis se formulan en la siguiente tabla, con respecto a la revisión de teoría y pone de manifiesto los alcances en los aprendizajes.

Tabla 1. Categorías y unidades de análisis

Elementos (Dimensión)	Categoría	Indicadores	Unidades de análisis
Cognitiva	Exploración de conceptos	Conceptos de movimiento uniforme	Velocidad, aceleración y momentos angulares.
	Integración de información	Asociación de información	Magnitud de la velocidad permanece constante, pero la dirección está cambiando continuamente.
	Aplicación de conceptos	Aplicación de ecuaciones	Distinción de la aceleración centrípeta o radial por medio de la ecuación: $a_c = \frac{v^2}{r}$
	Modelación del fenómeno	Relación del fenómeno físico con modelación matemática	La relación de la ecuación $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ cuando Δt se reduce considerablemente.
Tecnológica	Gráfica y ecuaciones	Periodo y frecuencia en un movimiento circular uniforme	En el análisis con Tracker se puede observar cuadro a cuadro estos elementos y la relación con el Movimiento Armónico Simple.
	Análisis de gráficos	Identificación e interpretación de datos	Identificación de datos importantes del movimiento circular uniforme por medio de la gráfica generada con la herramienta.

Elaboración propia

2.1. Resultados y discusión

Los estudiantes indagan el tipo de gráfica y durante la realización e interacción con sus compañeros de equipo sus conclusiones apuntan a una relación entre el movimiento

armónico simple (MAS) y el MCU, reconociendo el desplazamiento como la velocidad y la aceleración como proyección de la partícula que se mueve en MCU.

En las observaciones y conclusiones, los estudiantes destacan la forma particular de expresar la asociación de ideas con la teoría investigada, el modelo matemático que resulta del modelo físico experimental analizado con tecnología y sus concepciones acerca del movimiento circular uniforme, con la relación del movimiento armónico simple. La figura 3 que muestra una red semántica compuesta por conceptos/nodos, relaciones describen la correspondencia entre los conceptos asociados que contribuyen a la construcción del conocimiento que integra la planeación docente y las actividades que realizan los estudiantes a partir de la modelación como representación gráfica, que involucra la experimentación y el uso de tecnología para la interpretación de información.

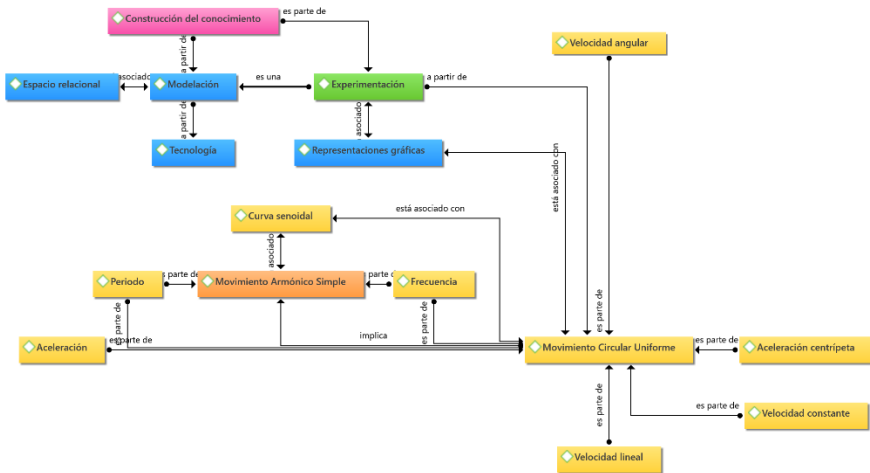


Fig. 3. Red semántica de códigos que se destacan en la investigación

Los conceptos que los estudiantes relacionan con la experimentación del fenómeno físico están asociados con las características del movimiento circular uniforme, también asociado a otro tipo de movimiento como es en Armónico Simple (MAS) de donde se destaca la interpretación que realizan, ya que va más allá de sólo reconocer las características, partiendo de experimentos caseros que les permite visualizar con mayor profundidad el comportamiento del fenómeno físico.

Las significaciones relacionadas con el movimiento circular uniforme tienen una diversidad de variables que involucra el comportamiento de procesos físicos y que integra en términos de proporción de cambio de una cantidad respecto a otra, que es precisamente donde los estudiantes centran la atención al indagar sobre la razón de cambio de velocidad que apunta al concepto de aceleración y que explicitan en la gráfica generada partir de su experimento y en las indagaciones en la clase síncrona que se lleva a cabo.

En el mismo orden de ideas, dentro del análisis gráfico que llevaron a cabo los estudiantes se acentúa la forma que interpretan las gráficas en tiempo real del fenómeno, por ejemplo, como se describe en la figura 4. Los estudiantes consideran una proyección del MCU con la gráfica generada, además de advertir que se asocian

diversas gráficas con distintas variables para el MCU, tales como posición vs tiempo, velocidad angular vs tiempo, entre otras.

La figura 3 también muestra el registro del vector velocidad que los estudiantes observan durante el análisis, además de resaltar esta idea con la función sinusoidal, aunque no profundizan en esta gráfica, refieren al comportamiento cíclico de eventos como el uso de la licuadora, lavadora, la música y sobre todo las ondas electromagnéticas.

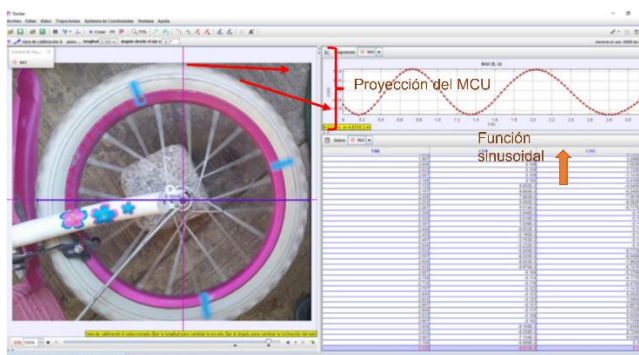


Fig. 4. Movimiento circular uniforme, con representación del vector velocidad

3. Conclusiones

Se considera que las simulaciones pueden utilizarse como representaciones visuales que permitan comprender al estudiante los fenómenos de movimiento. Por su parte los profesores deben asumir una actitud orientadora en el momento que los estudiantes están analizando las experiencias e intervenir cuando surgen inquietudes académicas como fue en el caso para la interpretación de los diferentes tipos de gráfica que se generan en el fenómeno que describe un movimiento circular uniforme.

La planeación de las actividades con alto contenido didáctico es fundamental, para acentuar el aprendizaje de variables explícitas e implícitas en la física experimental, pero sobre todo para el estudio y el desarrollo de nuevas ideas en los estudiantes. De acuerdo con el objetivo de esta investigación, los estudiantes de ingeniería desarrollaron la experimentación sobre un cuerpo en movimiento circular y con ayuda de herramienta tecnológica analizaron las gráficas que se generan a partir de este movimiento, en este desarrollo fueron relacionando la teoría investigada con base en sus observaciones y la recogida de datos es ahí donde asocian diversos conceptos relacionados también con el movimiento armónico simple. De este modo, se concluye que las representaciones visuales y gráficas de los fenómenos físicos desarrollan un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes al considerar otras variantes y asociarlas al estudio inicial de movimiento circular uniforme.

Otro punto importante que se destaca es cómo los estudiantes asocian el aprendizaje de este tipo de fenómenos con el estudio de ingeniería que realizan y que están determinando de algún modo la estrategia de su aprendizaje.

Consideramos que es importante planear las actividades experimentales con materiales caseros, pero que al analizar los datos se recurran a herramientas tecnológicas que permita al estudiante abordar estudios de variables implícitas, pero sobre todo que orienten a nuevas ideas o indagaciones respecto al fenómeno. Esta investigación nos ha permitido seguir avanzando en la implementación de actividades que apunten hacia una física recreativa en tiempos de confinamiento y estar pendientes de los hallazgos de los estudiantes para orientar el trabajo y desarrollar un pensamiento científico.

También consideramos que se puede abordar en futuras investigaciones el concepto de límite asociado a funciones y sus representaciones geométricas.

4. Referencias

- [1] Idoyaga, I., Maeyoshimoto, J., Moya, N., & Lorenzo, G. (2019). Las representaciones gráficas en los exámenes de física universitaria. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 409-416.
- [2] Molina-Toro, J. F., Villa-Ochoa, J.A., y Suárez, L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 87-115.
- [3] Suárez, L. y Cordero, F. (2010). Modelación - graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4), 319-333.

Integrando contenidos en una evaluación formativa

Baroni, Sabina; Gorino, Natalia Marina; González, Ana Julieta; Fortunato, María Susana; Grifes Paisan, Luciana; Rossi Susana Lilian; Korol, Sonia Edith; Gallego Alfredo

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental
agallego@ffyb.uba.ar

Resumen. Salud Pública es una asignatura del Ciclo Superior de la Carrera de Bioquímica. Entre sus principales contenidos se pueden mencionar epidemiología, desinfección, sanidad de agua e inocuidad de alimentos. Para poder integrarlos mejor y realizar una evaluación formativa del alumno, durante el año 2020 se diseñó una actividad que consistía en un estudio de caso. Los alumnos, asumiendo el rol de consultores, tenían que asesorar a una industria alimentaria sobre distintos problemas, relacionados con los temas abordados en la materia. El material estaba disponible en una página de Google sites, en la que se describía detalladamente la industria y se establecían las consignas para el trabajo. Durante todo el curso los alumnos, asistidos por tutorías docentes, trabajaron grupalmente en diferentes propuestas para resolver los problemas planteados y las presentaron en una clase sincrónica final. Los buenos resultados obtenidos han llevado a pensar en mantener esta actividad, adaptándola al modo presencial.

Palabras clave: Educación a distancia, Evaluación formativa, Nuevas tecnologías de información y comunicación, Estudios de caso

1. Introducción

La asignatura “Salud Pública” forma parte del Ciclo Superior de la Carrera de Bioquímica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Tiene una reducida carga horaria de tan sólo 36 horas; a pesar de esto, muchos de sus contenidos son sumamente relevantes para la formación del Bioquímico, ya que constituyen importantes áreas de incumbencia de la profesión que no son abordadas por otras materias. Es el caso de temas como epidemiología, desinfección, sanidad de agua, incluyendo impacto y tratamiento de las aguas residuales, e inocuidad de alimentos. El rol del bioquímico en estas áreas no se limita a la realización de análisis en el laboratorio para, por ejemplo, valorar los desinfectantes o evaluar el cumplimiento de las normas vigentes por las aguas de consumo, los efluentes líquidos o los alimentos, sino que además puede incluir el asesoramiento sobre buenas prácticas en su lugar de trabajo o la realización de tareas de divulgación en la comunidad, dado su rol de agente de salud. Por ser también temas muy vinculados a nuestra vida diaria, ya que todos preparamos

alimentos, consumimos agua o desinfectamos algo en nuestros hogares, es muy común que existan preconceptos muy arraigados que es necesario indagar y discutir.

Debido a la reducida carga horaria de la materia, uno de los principales desafíos que se presentaban era la evaluación. Durante varios años la evaluación consistía en cuestionarios de opción múltiple, que los alumnos respondían individualmente de modo virtual asincrónico, aún en un contexto de clases presenciales previo a la pandemia. Estos cuestionarios se realizaban en dos momentos: un primer momento a la mitad del curso, donde se evaluaba una parte de los temas incluidos en el programa de la materia, y un segundo momento al final del curso, donde se evaluaban el resto de los temas. Ambos cuestionarios se calificaban con una nota numérica, siendo necesario alcanzar un determinado puntaje para aprobar la evaluación.

La principal ventaja de esta modalidad de evaluación es que permitía un mejor aprovechamiento del escaso tiempo disponible para la explicación y discusión de los distintos temas, evitando tener que dedicar parte de ese tiempo presencial o sincrónico a la realización de evaluaciones convencionales. Los cuestionarios funcionaban como autoevaluaciones individuales o guías de estudio de la materia, que permitían a los alumnos reflexionar sobre algunos temas que eran considerados más importantes o de difícil comprensión, pero no permitían un debate entre los alumnos y con los docentes para analizar los temas abordados. Tampoco reflejaban necesariamente el nivel de comprensión de los temas y los objetivos de aprendizaje alcanzados por los estudiantes. Con esta modalidad los contenidos se evaluaban de un modo fragmentado, sin demasiada posibilidad de establecer relaciones entre los distintos temas y mucho menos de aplicarlos en situaciones semejantes a las que pueden presentarse durante el ejercicio de la profesión.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es describir la experiencia de la Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires en la implementación de una evaluación formativa integradora, empleando el método del caso, el trabajo colaborativo y las tecnologías de la información y comunicación (TIC), en un contexto educativo totalmente a distancia impuesto por la emergencia sanitaria durante el año 2020.

3. Desarrollo de la experiencia

3.1. Elección del caso de estudio

En la Cátedra de Salud Pública e Higiene Ambiental se ha utilizado en varias ocasiones el método del caso para abordar el dictado de los contenidos [1], [2]. Aprovechando la experiencia previa en este método, en esta ocasión nuevamente se decidió trabajar con un caso de estudio. El caso debería incluir los principales contenidos que se abordan en las clases, presentados de un modo integrado. Estos temas son:

- Agua potable
- Agua residual
- Higiene de alimentos
- Desinfección
- Epidemiología

El ejemplo elegido fue una industria alimentaria dedicada a la elaboración de helados. Con este ejemplo se consiguió abarcar todos los temas de interés: el análisis de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), para garantizar la inocuidad de alimentos, la gestión del agua potable y las aguas residuales, y los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), para realizar la limpieza y desinfección en los distintos sectores de la planta. Por otra parte, aborda el tema epidemiología, ya que existen casos conocidos de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) originados por alimentos similares debido a prácticas deficientes durante la elaboración [3].

En la fig. 1 se presenta de modo esquemático cómo se relacionan los distintos contenidos de la materia con el caso seleccionado.

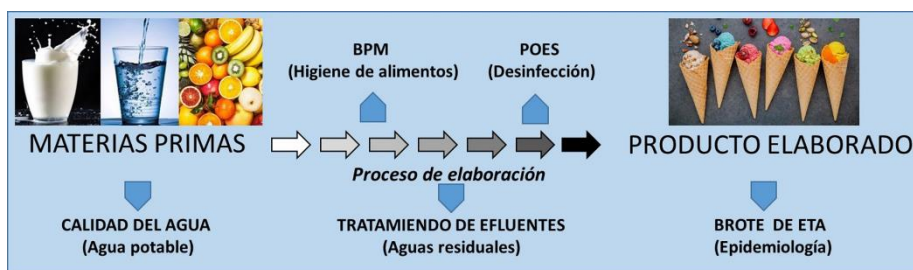


Fig. 1: Esquema de los contenidos abordados en la actividad

Una vez elegido el ejemplo y la manera en que se integrarían todos los contenidos, se desarrolló un relato muy pormenorizado, en el que la industria ficticia solicita el asesoramiento de una consultora en Buenas Prácticas de Manufactura para poder expandirse en el mercado. Para lograr este objetivo, la industria necesita comercializar sus productos en cadenas de supermercados, que les exigen la correcta implementación de ciertas normas y que posteriormente la auditarán para evaluar su cumplimiento. En la consigna de la actividad se les pide a los alumnos que asuman el rol de los consultores, que deben asesorar a la industria.

Para analizar la situación es necesario contrastar la información disponible con lo exigido por la legislación vigente. Los requerimientos para la mayoría de los temas a tratar pueden consultarse en el capítulo correspondiente del Código Alimentario Argentino (CAA), aunque algunos requieren también el análisis de legislación complementaria, como la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, o la normativa provincial o municipal de la localidad donde la industria ficticia está situada.

Por ejemplo, la empresa tiene cumplir con los requisitos de infraestructura y construcción que exige el CAA, así como también los productos que en ella se elaboran. La provisión de agua potable debe también cumplir con los requisitos del CAA, pero el

análisis debe hacerse con la frecuencia que indica la ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Del mismo modo, como indica esta ley, debe preverse la disposición de los efluentes líquidos que se generan, sin embargo, al momento del vuelco, deben cumplir con una serie de parámetros que están establecidos por una normativa provincial. Todos los procesos de elaboración y sanitización deben estar en concordancia con lo que exige el CAA, pero los productos empleados en la desinfección deben atenerse a lo establecido por la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT).

De todos los temas planteados en el caso, el único que no surge de los datos de la industria ficticia es el relacionado con Epidemiología. El ejemplo empleado es, en este caso, un reporte real de una industria similar, cuyos productos originaron un importante brote de salmonelosis, debido a una falla en sus procedimientos de elaboración.

3.2. Elaboración del material didáctico y herramientas empleadas

La asignatura cuenta con un aula virtual en el Campus Virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, basado en la plataforma Moodle. El aula tiene una solapa para cada unidad de la materia y el caso planteado fue alojado en una última solapa a modo de actividad integradora de todos los temas abordados. Además de la descripción de la propuesta, la solapa tenía el vínculo a la página web donde estaba el material de consulta (Disponible en: <https://sites.google.com/view/caso-integrador-salud-pblica/>) y los foros de discusión. El sitio web fue diseñado con Google sites, con una página de introducción y cinco subpáginas dedicadas a los distintos aspectos que abarcaba la propuesta: agua potable, agua residual, desinfección, inocuidad de alimentos y epidemiología.

En la introducción, además del material estrictamente necesario para el análisis, se presentaron mapas e imágenes del lugar y artículos de diarios de la zona donde se hace referencia a la industria, para dotar al caso de un mayor realismo. La mayoría del material fue elaborado como documentos de texto o presentaciones, empleando las herramientas correspondientes de Google drive. Se realizó una dramatización de una supuesta reunión del personal de la empresa con los representantes de la consultora, que fue grabada en un video de trece minutos de duración y subida a YouTube (Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1XEHbMhNEkX213uAgSIUTR5xFc9J6AI_5/view).

La conformación de los grupos de trabajo y las tutorías docentes fueron realizadas de modo asincrónico a través de los foros del campus virtual.

Una vez finalizado, el material en conjunto fue analizado por los docentes de la cátedra, para buscar errores o inconsistencias que pudieran presentarse entre los relatos de los distintos capítulos.

3.3. Articulación de la actividad con los contenidos de la materia

La asignatura Salud Pública es bimestral, por lo que se cuenta con siete semanas de clase para su dictado. Cada tema es dictado en una semana, con excepción de agua potable que ocupa dos, y a cada tema le corresponde una solapa en el campus virtual que se va haciendo visible a medida que avanza la materia. La solapa correspondiente al caso integrador estuvo disponible desde el comienzo del curso, en este momento se realizó además la distribución de los alumnos en grupos y la asignación de los grupos

a cada tema. De este modo los grupos podían comenzar su actividad en el caso de estudio a medida que iban viendo los distintos temas y tenían el tiempo suficiente para ir analizando el material y realizando preguntas a los docentes. La actividad pretende que los contenidos vistos vayan siendo aplicados para la solución de los problemas planteados en el caso, que representa una situación que se podría presentar en el mundo real.

Para abordar el tema Agua los alumnos debían analizar la información presentada, que incluía un informe del análisis de agua provista por el parque industrial, de origen subterráneo, y un informe del análisis de agua envasada que era utilizada para el consumo del personal de la empresa. No solo debían evaluar la calidad del agua, sino también detectar errores en la confección o modo de expresión de los resultados en los informes. Finalmente, el grupo debía elaborar sus conclusiones, sugiriendo las recomendaciones o cambios a implementar para el uso seguro del agua, tanto para la producción de helados como para su consumo como agua de bebida.

Para abordar el tema Aguas Residuales los alumnos contaban con la descripción del sistema colector de efluentes líquidos presente en el parque industrial, el cual no había construido aun una planta de tratamiento de efluentes industriales. Contaban también con un informe del análisis del efluente líquido generado por la empresa, en el cual muchos parámetros distaban de ser satisfactorios. Con esta información, y teniendo en cuenta los tipos de industrias que se encuentran emplazadas en el parque industrial, los alumnos debían en primer lugar identificar los contaminantes más relevantes que pudieran estar presentes, para luego proponer estrategias de tratamiento que permitan la depuración del efluente, con el objetivo de disminuir su impacto en la salud y en el medio ambiente.

El tema de inocuidad de alimentos es el más obvio, ya que es inherente al proceso de producción de la planta. En este caso se presentaba una descripción detallada de los pasos de elaboración del helado y de las materias primas utilizadas, se incluía un video que evidenciaba las prácticas para el llenado de los envases. También contaban con un informe sobre las condiciones higiénico-sanitarias del establecimiento que debía ser evaluado en forma conjunta con las características edilicias. Los alumnos debían analizar toda la información proporcionada, identificar prácticas erróneas, evaluar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y proponer un esquema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) para la adecuación de la industria a las exigencias de sus nuevos clientes.

Intrínsecamente relacionado con el tema anterior está lo que los alumnos ven en la unidad de Desinfección. Los Procedimientos Operativos Estandarizados de Sanitización (POES) son una parte relevante de las BPM, y su cumplimiento es motivo de análisis. Se presentaba información detallada de las características edilicias y de las operaciones de limpieza que se realizaban en la empresa. Los alumnos debían analizar esta información, identificar prácticas o procedimientos erróneos, evaluar la necesidad de generar ciertos procedimientos y realizar las recomendaciones necesarias para una correcta desinfección y aplicación de los procedimientos de sanitación.

Por último, para el tema de Epidemiología, se eligió el ejemplo de un brote interestatal que ocurrió en Minnesota (EE.UU.) en 1994. El caso es especialmente útil para el análisis, no solamente porque involucra a una industria similar, sino también por el número de afectados, por el tipo de estudios epidemiológicos que se llevaron a cabo para analizarlo y, particularmente, por las causas que lo originaron: una

contaminación cruzada entre huevo crudo y el producto, un peligro muy obvio, que podría haber sido previsto por un profesional con un grado de entrenamiento no mayor al de nuestros alumnos.

Cada grupo elaboró la respuesta a su tema individual a lo largo del curso, siendo asistido por un tutor en el foro correspondiente en el campus virtual. Un esquema de la articulación de las actividades del curso y del caso integrador se muestra en la fig. 2.

SEMANA	CONTENIDOS	ACTIVIDADES
1º	EPIDEMIOLOGÍA	FORMACIÓN DE LOS GRUPOS
2º - 3º	AGUA POTABLE	MODALIDAD ASINCRÓNICA
4º	AGUA RESIDUAL	DISCUSIÓN EN FOROS Tutoría
5º	HIGIENE DE ALIMENTOS	Discusión en el grupo Discusión entre grupos
6º	DESINFECCIÓN	MODALIDAD ASINCRÓNICA
7º	CASO INTEGRADOR	PUESTA EN COMÚN DE LAS PROPUESTAS MODALIDAD SINCRÓNICA

Fig. 2: Articulación de las actividades

La última semana fue reservada para la puesta en común de los trabajos realizados por los grupos, que debían ser presentados oralmente en una reunión sincrónica. Los alumnos podían utilizar diversas herramientas para la exposición de su trabajo (presentaciones de google, prezi o powerpoint), se destinaba un espacio para preguntas, tanto por parte de los docentes como de los alumnos pertenecientes a los otros grupos, permitiendo la interacción entre pares. Se abordaron de esta manera las unidades de la materia en forma integrada y aplicada a un caso de estudio.

3.4. Evaluación formativa

Todo el trabajo realizado por los estudiantes desde el inicio hasta el final del curso se llevó a cabo en forma asincrónica en los foros de discusión del campus virtual, y fue considerado no sólo como una instancia de aprendizaje sino también de evaluación.

Para ello, fue fundamental el rol del docente como facilitador del aprendizaje, acompañando a los alumnos en todo el proceso, y orientándolos con una adecuada retroalimentación. La finalidad de la retroalimentación es, desde el punto de vista del docente, recoger evidencias sobre el aprendizaje de los estudiantes con la finalidad de adecuar/ajustar la enseñanza; y desde el punto de vista del alumno, mejorar su aprendizaje en base a la información que recibe del docente sobre sus logros, nivel de comprensión, proceso y actividades, en referencia a unos criterios transparentes y consensuados [4]. Teniendo esto en cuenta, se establecieron algunas pautas generales para que la retroalimentación resulte efectiva. Por ejemplo, responder a los alumnos con celeridad; ante una consulta puntual, tratar de brindarles pistas para que sean capaces de hallar ellos mismos las respuestas; a partir de las consultas recibidas, plantear nuevos interrogantes para mantener una participación activa de los estudiantes; la retroalimentación también debía ser pertinente, para no desviar el análisis de aquello que es más importante, y constante, para poder recabar evidencias suficientes y representativas del aprendizaje en cada momento del proceso evaluativo. Además de estas pautas generales se sugirieron comentarios o información complementaria, que podían ir revelándose a los alumnos ante las posibles dudas planteadas. Estos lineamientos, elaborados por escrito, pretendían brindar herramientas útiles a los docentes que permitieran favorecer el aprendizaje significativo en las instancias de tutoría y evaluación sincrónica.

Asimismo, con el fin de unificar los criterios de evaluación, se consensuaron lineamientos para la corrección de los trabajos, que fueron compartidos también con los docentes auxiliares. Para cada tema se estableció el alcance mínimo que debía tener el trabajo y la resolución de la consigna. Se consideró también la participación y los aportes realizados por los estudiantes en los foros, la interacción entre pares y la intervención en los foros de otros grupos.

4. Resultados

La actividad fue realizada en dos años sucesivos, 2020 y 2021, en ambos casos la materia se dictó totalmente a distancia. En este período el número de inscriptos fue de 100-120 alumnos por año. Los alumnos se distribuyeron en seis comisiones, que tienen en promedio unos veinte alumnos cada una. Esto permitió constituir grupos de trabajo de cuatro alumnos para cada uno de los cinco temas distintos que se abordan en el caso integrador.

Hubo en promedio unas 40 intervenciones en los foros por año, con una participación activa del 25% de los alumnos. Sin embargo, la participación fue muy variable de acuerdo a la comisión considerada, y estuvo concentrada hacia el final de la actividad, en las dos semanas previas a la presentación final. Los trabajos presentados en la reunión sincrónica fueron muy buenos, y denotaban un muy buen nivel de comprensión y aplicación de los contenidos. También fue muy buena la participación de los alumnos en la exposición y el debate final.

Por parte de los alumnos la actividad fue muy bien considerada en la encuesta que se realiza a fin del curso. Entre un 85 y un 93% de los encuestados, de acuerdo al año, consideraron la actividad como buena o muy buena. El estudio de caso y los materiales

didácticos empleados fueron también objeto de elogios en el espacio dedicado a los comentarios libres.

5. Conclusiones y perspectivas

La implementación del análisis de caso como actividad integradora permitió no solamente presentar los problemas en un contexto real, una de las ventajas atribuidas a esta estrategia didáctica [5], sino que permitió una discusión conjunta de todos los contenidos abordados en la materia, de modo que se puedan ver las interrelaciones entre ellos.

La modalidad totalmente virtual no fue un obstáculo para que el trabajo colaborativo tenga lugar, sino al contrario, la gran disponibilidad y variedad de herramientas tecnológicas de acceso libre favoreció el intercambio entre pares y entre docentes-alumnos superando las barreras de tiempo y espacio que suelen existir en las clases presenciales. El trabajo colaborativo es clave para desarrollar el talento de las personas, promueve el trabajo en equipo, la escucha activa y el respeto por las ideas y aportes de los demás [6]. Las presentaciones orales pusieron de manifiesto todas estas habilidades, ya que los grupos fueron capaces de discutir las diferentes ideas y puntos de vista de sus integrantes, encontrar consenso y tomar decisiones respecto a la mejor solución para los problemas planteados.

Asimismo, uno de los objetivos principales de la experiencia era brindar una instancia superadora de evaluación de los alumnos. La evaluación formativa busca poner el foco principalmente en los alumnos [7], se desarrolla *durante* el proceso educativo, según van aconteciendo las distintas actividades de enseñanza y aprendizaje, de modo que el examen deja de ser un hecho separado y se convierte en una instancia más del aprendizaje [8]. A diferencia de las evaluaciones sumativas, acompañar el aprendizaje de los alumnos permite que vayan mejorando su desempeño, lo cual constituye una importante motivación. Para que la estrategia funcione se hace imprescindible una interacción constante del alumno con el docente [9], que asume un rol de facilitador del aprendizaje y acompaña el proceso, orientando a los alumnos, realizando sugerencias, respondiendo consultas y planteando nuevos interrogantes.

Algunos de los inconvenientes que se presentaron han sido descritos previamente para los estudios de caso, por ejemplo, la disparidad de los resultados entre las distintas comisiones. El rol del tutor es central, y no todos los docentes tienen la misma habilidad para desempeñarlo [10], dicho esto al margen de su conocimiento de la disciplina. En este ejemplo, en el que las tutorías eran solamente virtuales, también hay que considerar que es distinta la frecuencia con la que cada docente accede a la red para responder consultas, y una demora en la respuesta puede ser negativa para la posterior interacción.

A pesar del tiempo disponible, la actividad en los foros se concentró en las dos semanas anteriores a la presentación sincrónica, y la interacción fue mayormente con los docentes, prácticamente no hubo comentarios en los foros de otros alumnos. Esta interacción sí se dio en la reunión sincrónica, donde cada grupo había considerado ciertos aspectos del problema y podía completar las dudas que planteaban los otros grupos.

Como se señaló previamente, los alumnos valoraron positivamente la actividad. Particularmente el hecho de poder aplicar los contenidos a una situación real fue mencionado cómo una de las ventajas del caso integrador. También desde el punto de vista docente la innovación tuvo una buena recepción. En este caso lo más valorado fue tener un instrumento que permita una mejor evaluación de los alumnos.

En “Erizo en la niebla”, un corto de animación de Yuri Norstein de 1975, se relata la tétrica aventura de un pequeño erizo que se mete temerariamente en la niebla. Perdido, el erizo comienza a creer que no solo no va a poder acudir a la cita de todas las noches con su amigo oso, sino que tal vez pueda morir por su imprudencia. Sin embargo, no solo sobrevive, sino que descubre todo un mundo oculto que la rutina le vedaba. El año 2020 nos llevó a repensar muchas de nuestras actividades para lograr una mejor interacción en la virtualidad. Si bien en algunos casos, como la sustitución de trabajos prácticos por otro tipo de actividades, se trató de “parches” para seguir funcionando, la reelaboración del curso puso de manifiesto que muchas de nuestras prácticas podían ser mejoradas. Es el caso de esta actividad integradora, que muy probablemente sea mantenida en el regreso a la nueva normalidad, realizando la puesta en común en el aula y quizás incorporando también tutorías presenciales.

6. Referencias

- [1] A. Gallego, M.S. Fortunato, S.L. Rossi, S.E. Korol, J.A. Moreton, «Case method in the teaching of food safety,». *Journal of Food Science Education*, vol. 12, n° 3, p. 42-47, jul. 2013.
- [2] A. Gallego, M.S. Fortunato, A.J. González, S.L. Rossi, S.E. Korol, , «Nuevas tecnologías y viejos problems: TIC para mejorar la comprensión en sanidad del agua,». *Revista de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, n° 18, p. 51-59, dic. 2016.
- [3] K.J. Vought, S.R. Tatitni, «*Salmonella enteritidis* contamination of ice cream associated with a 1994 multistate outbreak,». *Journal of Food Protection*, vol. 69, n° 1, p 5-10, ene 1998.
- [4] C. Canabal, L. Margalef, «La retroalimentación: la clave para una evaluación orientada al aprendizaje,». *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, vol. 21, n° 2, p.149-170, jul. 2017.
- [5] H.W. Webb, «Teaching with the case method online: Pure versus hybrid approaches,». *Decision Sciences Journal of Innovatiove Education*, vol. 2, n° 2, p. 223-250, sep 2005.
- [6] J.M.V. Antonio, J.S.H. Mosqueda, J. Vázquez-Antonio, L.G.J. Hernández, C.E.G. Calderón, «El trabajo colaborativo y la socioformación: un camino hacia el conocimiento complejo,». *Educación y Humanismo*, vol. 19, n° 33, p. 334-356, jul.-dic. 2017.
- [7] B.S Bloom, «Learning for mastery,». *Evaluation Comments (UCLA_CSIEP)*, vol. 1, n° 2, p.1-12, May 1968.

- [8] S. Olmos Miguelañez, «Evaluación formativa y sumativa de estudiantes universitarios: Aplicación de las tecnologías a la evaluación educativa,» Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 2008. [En línea] Available: <http://hdl.handle.net/10366/18453>. [Último acceso: 13 10 2021]
- [9] D. William, «Una síntesis integradora de la investigación e implicancias para una nueva teoría de la evaluación formativa,». Archivos de Ciencia de la Educación (4º época), vol. 3, nº 3, p. 15-44, oct. 2009.
- [10] C.F. Herreid, «Using case studies to teach science,» ERIC. Education Resources Information Center. Education: Classroom methodology. [En línea] Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED485982.pdf>. [Último acceso: 09 03 2021]

Enseñanza Aplicada de Ecuaciones Diferenciales en Población de Plagas

Pedro José Salim Rosales (1); Deborah Maria del Carmen Turraca (1); Maria Luz Quiroga (2); Silvia Inés Navarro (2); Gustavo Adolfo Juarez (2)

(1) Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Agrarias.

(2) Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

jsalim@agrarias.unca.edu.ar

silvina.facen@gmail.com

Resumen. Es frecuente que se mencione la problemática en la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería. El desarrollo de temas desde el enfoque de la formación pura desde la matemática es la principal dificultad, pues no se asume el carácter instrumental de la matemática, para apoyar la formación en los conocimientos específicos dentro de cada formación profesional. De esta manera se presenta a continuación la modalidad puesta en ejecución en la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias en el último contenido mínimo de la Asignatura Matemática II, esto es Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Palabras clave: Ecuaciones diferenciales. Duranta. Cochinilla.

1. Introducción

Las ecuaciones diferenciales ordinarias comprenden el último contenido mínimo que debe impartirse en la formación matemática, dentro de las ciencias básicas de la carrera de ingeniería agronómica. Por ello, se implementa una modalidad distinta a la efectuada hasta el momento. Así se organiza un Taller en donde se parte de la propuesta de enfrentar un problema propio de la formación profesional que están alcanzando.

La implementación de los modelos matemáticos como una forma de analizar los contenidos que se deben alcanzar incluye la identificación y análisis de las expresiones asociadas al problema para llegar al conocimiento matemático.

La variación en un tiempo continuo, de una expresión matemática que representa un fenómeno en cuestión, sabemos que se expresa por una derivada de la función que debemos identificar. Por ello la ecuación diferencial puede presentarse como la propuesta de conocer, por ejemplo, la función altura, de una planta en un tiempo determinado. Este vegetal, tendrá una alternativa de crecimiento durante un periodo, hasta alcanzar cierta altura, a partir de la cual se observa un carácter estable.

La enseñanza para una formación de ingenieros debe incluir contenidos en forma aplicada que incluya desarrollos de las otras ciencias básicas, o sea debe ser interdisciplinar. De esta manera se apunta a generar interés en aprender mediante motivaciones dada por el manejo de lenguaje y conocimiento dado por las asignaturas que están en forma directa con su formación profesional.

Para qué aprender ecuaciones diferenciales, se preguntan cada uno de los alumnos de primer año que llegan a la facultad de Ciencias Agrarias.

¿Pero qué ocurriría si se les dice que estas ecuaciones podrían hacer que tomen medidas oportunas para terminar con la cochinilla que azota a una de las plantas presentes en nuestro hábitat?

Repetir las metodologías de enseñanza dadas en una cátedra suponiendo que el devenir de los años no ha traído consigo cambios, no es el mejor aporte que se puede hacer para el aprendizaje del estudiante. Más teniendo en cuenta la deserción, que sumada a la falta de seguridad que ya traen consigo los estudiantes de primer año, se ve potenciada con el progreso de la materia Matemática.

2. Desarrollo

Para poder desarrollar esta experiencia, se trabajó en base a objetivos que son considerados relevantes. Entre ellos, que los estudiantes puedan valorar la matemática para resolver situaciones y problemas de su vida profesional, para tal fin, se buscó la forma de poder relacionar la matemática con otros campos del saber con los que se puedan sentir más a gusto como lo son, la zoología y la botánica. Aquí la propuesta es el crecimiento de una población, y, poder observar y concluir la importancia que algunas plagas, como la cochinilla tiene en el crecimiento de la duranta.

La inquietud que se generó en los docentes de la cátedra de Matemática I y II de la Facultad de Cs. Agrarias fue preguntarse cómo brindar un aporte desde la matemática a una problemática vinculado a la ingeniería agronómica.

La modalidad de trabajo de la Facultad de Agronomía se fundamenta en que dentro de ella, una de las ventajas que posee es que se puede socializar a diferentes niveles, brindando así, la posibilidad de trabajar en conjunto con colegas de otras cátedras, no solo del mismo año, sino de años superiores.

Esta cooperación entre cátedras, permite que el estudiante vaya conociendo también la relación con las otras cátedras de su carrera, como lo es Zoología, y Botánica. Pero más importante aún con los contenidos de cada área de conocimiento. Ambas, necesarias para buscar información tanto de la cochinilla como de la duranta que son parte de la investigación de este trabajo.

Es por esto, que desde la materia Matemática II, además de formar en un razonamiento lógico matemático, se quiso crear conciencia sobre el deber que como futuros profesionales se debe tener hacia la comunidad, brindando soluciones a problemas que surjan en la vida misma. Y para ello, utilizar el conocimiento y posterior uso de un tema matemático como lo son, las ecuaciones diferenciales.

Uno de los grandes inconvenientes que se ha venido observando en nuestro sistema educativo, es el de recibir a los alumnos ingresantes con dificultades en cuanto a su

madurez y para razonar en todo sentido, producto de falencias o falta de hábitos de estudio en etapas escolares anteriores o dificultades propias de cada estudiante.

Además, en matemática como en otras materias que son básicas en toda ingeniería, se presenta todos los años de manera infaltable la pregunta ¿y esto para qué sirve? Es así, que se decidió llevar a cabo una aplicación de la matemática en uno de los contenidos finales del programa que son, las ecuaciones diferenciales. En este tema, se engloban y reúnen diferentes conceptos indispensables que el estudiante necesita en su carrera para solucionar diversos problemas del tipo de la dinámica poblacional, tanto en plantas como animales.

Con el fin de abordar este tema dejando en claro los conceptos involucrados en las ecuaciones diferenciales es que se decide realizar un taller.

El taller como estrategia pedagógica es muy útil ya que “facilita la apropiación de conocimientos, habilidades o destrezas a partir de la realización de un conjunto de actividades desarrolladas entre los participantes.” [1]

Anijovich afirma que “El taller favorece la construcción colectiva a partir de las experiencias, los intereses y los interrogantes que las experiencias despierten” [2]

También, según Ander Egg “el taller es una forma de enseñar y sobre todo de aprender mediante la realización de algo que se lleva a cabo conjuntamente. Es un aprender haciendo en grupo. Es una pedagogía de la pregunta, contrapuesta a la pedagogía de la respuesta propia de la educación tradicional”. [3]

Además, el mismo autor destaca varios tipos de talleres. Desde un punto de vista organizativo, se encuentran:

Taller Total: consiste en incorporar a todos los docentes y alumnos de un centro educativo en la realización de un programa o proyecto.

Taller Horizontal: Engloba profesores y estudiantes que se encuentran en un mismo año de estudios.

Taller Vertical: Abarca cursos de diferentes años, pero integrados para desarrollar un trabajo o proyecto común.

Y conforme a sus objetivos se tienen

-El taller para formar profesionalmente o técnicamente en prácticas sobre terreno, dentro de cualquier disciplina.

-El taller para adquirir destrezas y habilidades técnico - metodológicas que podrán ser (o no) aplicadas posteriormente en una disciplina científica, en una práctica profesional o en una práctica supervisada. [3]

Según esta clasificación se propone para esta temática, un taller vertical porque interactúan cátedras de diferentes años, y como finalidad se quiere que los estudiantes adquieran destrezas y habilidades técnico-metodológicas para una práctica profesional del futuro ingeniero.

En definitiva, planteamos este taller para que los alumnos puedan relacionar la matemática con agronomía desde la aplicación de las ecuaciones diferenciales en el crecimiento poblacional de la cochinilla en la duranta y por su importancia como plaga en nuestra comunidad.

Se espera así, que los estudiantes después de realizar el taller, logren a partir de la combinación de las herramientas matemáticas con los conocimientos biológicos una fusión de ciencias en beneficio suyo y de la comunidad, además de desarrollar un buen nivel de abstracción para que cuando se encuentren con un problema similar lo puedan resolver más fácilmente.

3. Metodología

La metodología que se empleó en el taller estuvo basada en las metodologías activas de la enseñanza. Es decir, el docente actúa como facilitador y orientador del conocimiento mientras que el estudiante se vuelve responsable de su propio aprendizaje, provocando el gusto por las matemáticas y su valoración en la vida cotidiana y profesional.

El taller se enfoca en la realización de una situación problema donde el estudiante debe hacer un uso adecuado de sus conocimientos, destrezas y actitudes para resolver el problema y de esta manera construir su aprendizaje.

Se favorece el aprendizaje por descubrimiento basado en sus propias experiencias, buscando información, observado, analizando e interactuando con los pares promoviendo así las ventajas del trabajo en grupo de manera colaborativa.

Además, según Litwin [4] el taller promueve actividades de integración entre campos y conceptos usadas como estrategias que ayudan a la comprensión de temas, problemas y que estimulan a los estudiantes con una formación más adaptada para la vida y la sociedad generando experiencias más humanas y solidarias llenándolas de sentido y significatividad.

La idea de integración remite a cómo se aprende de manera significativa, donde se integran lo que se sabe con lo nuevo por aprender. Además, integrar significa que los estudiantes doten de sentido al conocimiento adquirido, que reconozcan su origen, su valor y su vinculación con otros temas.

La significatividad social se construye al entender los conocimientos en una trama de relaciones o vínculos con lo cotidiano, esto a su vez promueve el interés de los alumnos por aprender y es aquí donde cobra relevancia este taller.

4. Actividades

Los docentes encargados del Taller fueron los Profesores y JTP de la cátedra de Matemática II de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Cs. Agrarias, quienes, además, fueron guías para los estudiantes en sus tareas.

El taller estuvo desarrollado para tener una duración de dos clases, de 2 hrs 30 min, cada una y se llevó a cabo en un aula de dicha facultad.

• Actividades para el primer Encuentro (Primera Clase)

1. Se ha solicitado a los estudiantes previo a la primera clase del taller, que concurran a las cátedras de zoología de la facultad e investiguen algunos aspectos de la plaga cochinilla: aspectos biológicos básicos de la plaga, zona geográfica favorable para su existencia, época de reproducción, en qué época del año eclosionan los huevos, métodos para erradicar la plaga. Así también, se les envió a la cátedra de botánica y se les encomendó que averigüen de la duranta: biología, durabilidad, usos, cuidados, tipo de plagas que la atacan.

2. Se solicita a los estudiantes (todos pertenecientes al mismo curso) que formen grupos de 3 alumnos. En su defecto, 4 alumnos como máximo.

3. El docente presenta a los estudiantes los objetivos del taller, explica en general las tareas del mismo y las condiciones para su aprobación.

4. Una vez conformados los grupos, se pregunta a cada uno de ellos de la información recolectada en ambas cátedras y se les reparte, apuntes con aspectos fundamentales de las Ecuaciones diferenciales (una por cada grupo).

5. Se llevará a cabo una puesta en común de lo leído y opiniones de los grupos sobre la información de la cochinilla y la durante. Se extraen datos necesarios que podrían ser utilizadas en el desarrollo matemático de las ecuaciones diferenciales.

6. Una vez iniciado el tema y lograda la atención con los temas de la cochinilla como plaga de la durante, se escribió en la pizarra la ecuación diferencial con la que se deseaba que los estudiantes trabajasen y, en base al reconocimiento de sus componentes, reemplazar datos para la obtención de resultados. Se aclara además, que se trabaja bajo el modelo malthusiano teniendo en cuenta un tiempo limitado de observación.

7. A continuación, se solicitó a los estudiantes que lea la información relevante y respondan las siguientes preguntas según los textos utilizados:

- a) ¿Cuál es la población aproximada inicial de la cochinilla?
- b) ¿Cuál es el tiempo que se tiene como parámetro para la cochinilla?
- c) ¿En cuánto tiempo se duplicó la población en la planta en un cierto periodo de tiempo t ?

Para ello, se utiliza la ecuación [5]:

$$\frac{dP}{dt} = kP$$

Se deja unos minutos para pensar cómo reemplazar los datos obtenidos en la ecuación. Se explica en la pizarra la resolución de las preguntas.

Ahora se plantea para que ellos respondan de manera similar, las siguientes preguntas:

- d) ¿Cuánto vale la constante de proporcionalidad?
- e) ¿Qué interpretan como constante de proporcionalidad?
- f) ¿En cuánto tiempo se triplicará la población?
- g) De acuerdo a los datos ya obtenidos, expresarlos en un gráfico de ejes cartesianos.

8. Una vez obtenidos estos datos, se interpretaron los resultados en el problema planteado. Para ello, se compartieron conclusiones en los grupos ya formados. Cada grupo expuso en un tiempo no más de 5 min un aspecto de la ecuación que preguntaron los docentes.

9. El equipo docente finaliza la clase cerrando algunos aspectos que se presentaron en la puesta en común de los estudiantes y que consideraron importantes para concluir ideas.

10. Se presenta los objetivos y actividades para la próxima clase:

Deberán asistir a las cátedras de Zoología Agrícola (asignatura de 4^{to} año) o Maleza y terapéutica vegetal (asignatura de 5^{to} año) y averiguar alguna especie que les interese y puedan recoger datos de población de nacimiento o mortalidad en un cierto tiempo. También deberán argumentar por qué eligieron dicha especie.

• Actividades para el Segundo encuentro (Segunda clase)

1. Nuevamente, una vez saludado y haber socializado unos minutos con los estudiantes, se presentan los objetivos de la clase del día de hoy.

2. Se invita a formar los grupos y calcular población inicial de la cochinilla (P_0), población en un cierto período de tiempo $P(t)$, y un tiempo prudencial (t) para poder expresar el crecimiento poblacional de la especie elegida.

Así también deben interpretar los datos y graficar en los ejes cartesianos el crecimiento poblacional a través del tiempo.

3. Dado un tiempo pertinente para que trabajen en equipo, los docentes solicitan que los estudiantes comenten a la clase por qué eligieron la especie y qué saben de la misma. Además, deberán comentar su experiencia con los docentes que le proveyeron el material de las cátedras de Zoología Agrícola o Maleza y terapéutica vegetal.

4. Se solicita que para la próxima clase (clase teórica) los estudiantes presenten de forma grupal un informe breve (no más de 5 hojas tamaño A4) con los siguientes ítems:

- ¿Crees que puedes hacer algún aporte con los datos que obtuviste en el taller del crecimiento de la población de la cochinilla en la durante?
- ¿Para qué crees que sirven las ecuaciones diferenciales en la agronomía?
- ¿Para qué sirve predecir el crecimiento poblacional de una especie?
- Emite conclusiones sobre este tema.

5. Se llevaron a cabo las conclusiones por parte de los docentes, tanto de las ecuaciones diferenciales como de la utilidad que tienen las mismas, en la vida agronómica.

Evaluación

La evaluación estuvo destinada a los estudiantes del primer año de la materia Matemática II de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Cs. Agrarias de la UNCA, y será de forma procesual y final.

Así también fue de forma grupal e individual. Los grupos estuvieron formados por tres integrantes, los cuales se conformaron de manera aleatoria.

En la evaluación procesual se tuvo en cuenta:

- La participación en el taller, con ideas y opiniones que contribuyeron a los conceptos que se vean en ese momento.
- El grado de productividad y asertividad en el momento de calcular resultados notables en las ecuaciones diferenciales.
- La creatividad y desempeño para la recolección de datos en las prácticas pertinentes para su posterior proceso en la ecuación diferencial.
- El respeto para poder escuchar a los compañeros, tanto del grupo como en general, a la hora de emitir opiniones diferentes.
- Capacidad de trabajar en equipo, la relación que lleva el alumno con sus pares para un fin compartido, que es el de cumplir con la tarea asignada en ese momento.

En la evaluación final se tendrá en cuenta:

- La explicación del proceso desde la recolección de los datos hasta la interpretación de los resultados.
- La capacidad de comentar el cómo y el por qué eligieron determinada especie para trabajar con la ecuación diferencial.
- El respeto para escuchar a los compañeros tanto del grupo como en general a la hora de exponer el trabajo final.
- Expresión oral y escrita.
- Tiempo y forma de la presentación del trabajo solicitado.
- Capacidad de trabajar en equipo, la relación que lleva el alumno con sus pares para un fin compartido, que es el de cumplir con la tarea asignada en ese momento.

El espacio en el que se llevó a cabo la evaluación fue en un aula en la que se dicta la asignatura.

El rol que tuvo cada estudiante fue los que adoptaron internamente en su propia organización como grupo, quedando a criterio de ellos mismos, la recolección de datos y el análisis de las ecuaciones diferenciales, propiamente dicho.

Finalmente, las notas estuvieron contempladas de forma cuantitativa como cualitativas, en base a todo lo descrito anteriormente.

5. Conclusión y discusión

Consideramos que la matemática está presente en el desarrollo de varias de las disciplinas que conforman los conocimientos impartidos en el ciclo básico de la carrera. Por ello, ante la presencia de contenidos matemáticos por enseñar, debe acompañarse interdisciplinariamente de aplicaciones que empleen el lenguaje de la agronomía,

siendo éstas técnicas, recursos, y conocimientos que intercalan los conceptos matemáticos. La variación de un fenómeno expresado en términos del tiempo, tal como el crecimiento de una especie vegetal, asumida por diversas bibliografías, lleva a motivar al alumnado en la clase introductoria de las ecuaciones diferenciales. Una metodología como el taller, permitió atravesar diferentes tipos de contenidos, como los de índole zoológico, botánico y matemático, permitiendo así, construir el conocimiento desde estos tres enfoques. De esta manera, pudieron apreciar un tema de la materia como lo son las ecuaciones diferenciales para poder solucionar un aspecto relacionado a un problema de la vida cotidiana, como lo es la plaga de la cochinilla en la duranta.

Por otro lado, consideramos que esperar a que el estudiante culmine sus estudios para que a partir de allí realice la transversalidad, es demasiado tarde. Pues siempre se les exige que relacionen conceptos de diferentes materias, y no se les enseña o no se les brinda las herramientas para que puedan hacerlo.

Un trabajo unánime entre las cátedras, interactuando de forma transversal con nuestros pares, y por qué no, con las de los años posteriores sería pensar en romper los individualismos existentes en el pensamiento de muchos docentes de las facultades de las universidades.

6. Bibliografía

[1] M. RODRÍGUEZ LUNA, Lenguaje y Educación: Perspectivas metodológicas y teóricas para su estudio. Colombia. Ed Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2012

[2] R. ANIJOVICH, Transitar la formación pedagógica: dispositivos y estrategias. Buenos Aires, Argentina. Ed. Paidós, 2009

[3] E. ANDER EGG, El Taller una Alternativa de Renovación Pedagógica. Buenos Aires, Argentina. Ed. Magisterio del Rio de la Plata, 1991

[4] E. LITWIN, El oficio de enseñar: condiciones y contextos. Buenos Aires, Argentina. Ed. Paidós, 2009

[5] D. ZILL, Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones de modelado. D. F., México. Ed Cengage Learning, 2009

Alfabetização científica em tempos de fakenews

Antony Jeová Teixeira da Silva¹, Jessica Danielly Silva¹, Natália Thatianne Duarte dos Santos¹, Taynara Tavares de Souza¹, Anne Gabriella Dias Santos

¹Departamento de Química, Faculdade de Ciências Exatas e Naturais. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. (Brasil)

antonyjeova@gmail.com; jessicacvt18@gmail.com; dnatalia959@gmail.com;
taynaratavres@gmail.com; annegabriella@uern.br

Resumo. Na pandemia muitas fakenews foram disseminadas. Metodologias como rotação por estações podem combatê-las, fomentando a alfabetização científica. Com isso, o trabalho visa adaptar uma metodologia ativa ao ensino remoto. Utilizou-se a rotação por estações através de uma fakenews, relacionando com ácido e base, sendo proposto: um jogo, conto interativo e vídeos de paródias, aplicadas no Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP), Mossoró/RN – Brasil. Através da coleta de dados, notou-se que a rotação foi coerente com a sequência dos grupos. Acerca do conceito químico, a maioria dos alunos acertaram. Sobre as fakenews, pontuaram a atenção perante notícias. Com a metodologia trabalhada, todos afirmaram gostar. O jogo e conto foram apontadas estações que melhor entenderam o conteúdo, contudo, as 3 estações agradaram a maioria. Por fim, com a adaptação da rotação, fakenews foram relacionadas à química, proporcionando participação ativa. Além de evidenciado que cada aluno aprende no seu ritmo.

Palavras-chave: Fakenews. Ensino Remoto. Rotação por Estações.

1. Introdução

Na tentativa de conter a disseminação do novo Coronavírus (Covid-19) no Brasil, as instituições de ensino, como no Rio Grande do Norte, foram orientadas a se adaptarem ao Ensino Remoto Emergencial (ERE). Os professores e alunos estavam despreparados para essa mudança e precisaram se reorganizar para o ensino a distância. Os docentes precisaram de uma capacitação frente aos recursos digitais disponíveis para o ensino, repensando suas aulas e aos estudantes, cabe a sua autonomia e organização com as várias atividades. [1]

Neste contexto, no ensino de química, a busca por estratégias se torna mais desafiadora, visto o uso de práticas experimentais é essencial para a formação de conceitos dos alunos, bem como sua formação crítica perante problemáticas científicas. [2]

Se enquadrando no ensino híbrido, por ter momentos de forma online, há a Rotação Por Estações de Aprendizagens, caracterizada por uma metodologia ativa descrita como:

“Proposta metodológica na qual várias atividades diferentes são organizadas em estações de trabalho, independentes, porém que devem apresentar o mesmo tema, cada uma delas com início, meio e fim. A quantidade de estações criadas fica a critério dos objetivos pedagógicos do professor, sendo que, em pelo menos uma delas, deve constar uma atividade digital online.” [3]

Metodologias do ensino híbrido, como a rotação, são capazes de fomentar a alfabetização científica dos alunos, tornando-os cidadãos críticos perante problemáticas científicas na sociedade. [4] [5] E nesse tempo de pandemia, apesar da visibilidade das pesquisas, muitas informações, principalmente em redes sociais, são fakenews: informações não confiáveis. [6]

2. Metodologia

O trabalho tem como objetivo a adaptação integral de uma metodologia ativa para o ensino remoto emergencial, de modo a fomentar o letramento científico por meio de fakenews para abordar a química.

Inicialmente temos o desenvolvimento e organização de nossa prática a partir do tema gerador da fakenews do uso da máscara de proteção ao Covid-19. Os assuntos a serem abordados estavam presentes em todas as estações, sendo:

- **Estação de Leitura:**

Na estação da leitura foi pensado um conto interativo, os alunos poderiam escolher os caminhos do personagem, bem como um dos dois finais no clímax (destacado em vermelho), como mostrado na figura 1. O conto teve os trechos hierarquizados pelo programa Twine, sendo disponibilizado no site Itch. Io. e sua avaliação foi baseada nos dois finais propostos, um deles considerado “mais correto”. O conto possui um caráter muito conteudista, bem como foi a única estação com os 3 assuntos do tema gerador entrelaçados na narrativa.

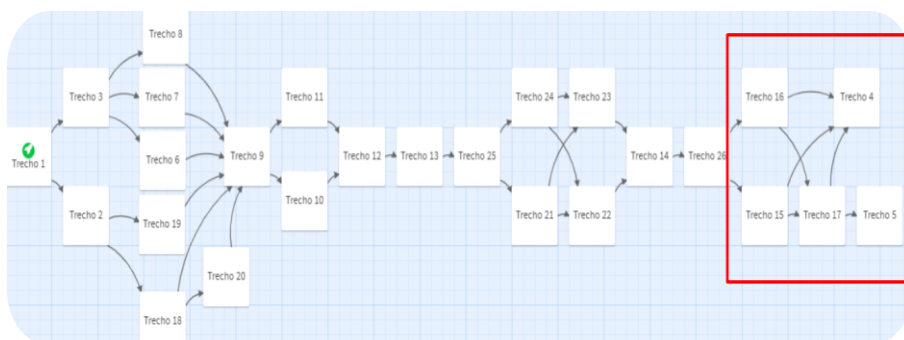


Figura 1: Hierarquização dos trechos.

Fonte: Autoria própria, 2021.

- **Estação do Jogo:**

O jogo foi desenvolvido no Google Formulário, sendo uma adaptação do jogo Among Us. Consistia em 3 tarefas, conforme a figura 2, ao final da realização dessas tarefas, os alunos tinham que concluir o jogo na opção de tarefas finalizadas.

Veja o mapa e decida qual tarefa quer realizar! ATENÇÃO: só escolha "Tarefas Finalizadas" quando terminar as 3 tarefas!



- Armazém: reparar fios
- Administração: passar cartão
- Comunicações: transferir dados
- Tarefas Finalizadas

Figura 2: Interface do jogo.
Fonte: Autoria própria, 2021.

As primeiras fases de cada tarefa do jogo eram voltadas a informação e, diferente do conto, tinha seus assuntos mais divididos. A segunda parte de cada tarefa consistia em perguntas oriundas das informações. Sua avaliação foi com base nos acertos das perguntas.

- **Estação Audiovisual:**

Para a estação audiovisual foi pensando a criação de paródias. Foi escolhida a música CUIDADO QUE EU TE SUPERO, de Yasmin Santos, para o assunto de identificação de fake News. A segunda foi FAKE NEWS, de Gustavo Mioto, no qual foi narrado sobre a notícia falsa do uso da máscara. A última música FOI NÃO PODE SE APAIXONAR, da Mc Danny, e trabalhamos o conteúdo de ácido e base.

Como as paródias por si só não seriam capazes de passar toda as informações, foi elaborado um vídeo de cada música, inserindo elementos visuais, as letras das paródias e também informações. Cada vídeo teve em média 3 minutos. Nessa etapa, a avaliação ocorreu através da participação dos alunos.



Figura 3: Frames dos vídeos.

Fonte: Autoria própria, 2021.

A tabela 1 mostra o esquema de rotação entre as 3 estações de aprendizagens criadas. Cada momento de rotação estava previsto para acontecer em cerca de 10 minutos.

Tabela 1: Ordem das rotações para os 3 grupos.

GRUPOS	1ª ROTAÇÃO	2ª ROTAÇÃO	3ª ROTAÇÃO
1	Estação de Leitura	Estação Audiovisual	Estação do Jogo
2	Estação do Jogo	Estação da Leitura	Estação Audiovisual
3	Estação Audiovisual	Estação do Jogo	Estação da Leitura

Fonte: Autoria própria, 2021.

O projeto foi aplicado no Centro Estadual de Educação Profissional (CEEP), Mossoró/RN – Brasil. Para participar, os alunos se inscreveram por meio de um formulário online, havia 30 vagas. O projeto foi aplicado à noite, visto que foi reunindo turmas do 2º e 3º anos dos cursos técnicos em nutrição. Ao todo se inscreveram 15 alunos, mas somente 10 compareceram.

A aplicação do projeto se deu através do Google Meet. Em uma sala, primeiro tivemos a apresentação, falando sobre o intuito da prática e o que seria feito. Então esses alunos se dividiram em 3 grupos com média de 3 alunos e cada grupo ficou em uma sala do Meet separadamente.

Partindo para a rotação, diferentemente do que ocorre no presencial, no qual os alunos passam por cada estação, por questões de logística e organização, os mediadores que levaram as estações para cada grupo. Sendo assim, cada mediador ficou responsável por uma estação e aplicava a cada grupo que ia se encontrando. A quarta mediadora ficou responsável por aceitar os alunos e residente nas salas, bem como organizar as trocas de rotações. Para finalizar, após as 3 rotações, os alunos voltaram todos para a primeira sala, para uma pequena discussão sobre a temática e metodologia e bem como a aplicação de um questionário final.

A coleta de dados se deu pelos parâmetros de avaliação nas estações e suas observações, bem como um questionário contendo perguntas abertas e fechadas, e uma questão extra, do tipo entrevista de grupo focal ou não estruturada, enviada no grupo do WhatsApp, todos orientados por Richardson (2012). [7] A análise dos resultados foi realizada conforme os elementos de Bardin (2016). [8]

3. Resultados

Resultados Qualitativos

Temos primeiro os resultados individuais, averiguando o comportamento de cada grupo nas estações e avaliados os desempenhos de acordo com os parâmetros de avaliação.

- **Jogo**

No jogo, o grupo 2 foi o que mais demorou a realizar a atividade, visto que também era a primeira estação deles. Com isso, leram as informações mais atentamente e conseguiram responder corretamente quase toda as perguntas. Também nessa estação o tempo de 10 minutos foi extrapolando, pois cada aluno ia aprendendo individualmente. Desse modo, a duração das rotações passou a ser no tempo de cada aluno.

- **Leitura**

Assim como no jogo, na leitura os alunos também iam finalizando a estação com o seu tempo. O Grupo 1, exceto por um aluno, foi o único que seguiu o final da narrativa considerado inadequado. Tal fato pode ser justificado por ser a primeira estação deles. Os demais grupos, que passaram por outras estações antes, perceberam a importância de ser proativo frente as fakenews e escolheram o caminho considerado correto.

- **Audiovisual**

A estação audiovisual foi a única que tinha um tempo fixo de duração. O grupo 3 apresentou maior interação, justificado por ser a primeira estação desse grupo, por não compreenderem tudo e sentirem a necessidade de sanar algumas dúvidas durante os vídeos apresentados. O grupo 2 foi o último a chegar nessa estação, devido a isso, foram menos participativos, pois já vinham assimilando o conteúdo desde os momentos anteriores.

- **Perguntas abertas**

Partindo para o questionário, temos inicialmente as perguntas abertas. Sendo a primeira acerca do conceito de ácido e base, uma questão muito ambígua, pois foi pensada de modo que os alunos não pesquisassem na internet. Frente a isso, tínhamos categorias de possíveis respostas a serem consideradas corretas. A maioria dos alunos acertaram essas perguntas, conforme categorizadas e descritas abaixo:

- Tipo de ligação química:

“A base é composta por ligação iônica e o ácido por ligação covalente” — Aluno 1

- Os íons formados em meio aquoso:

“Entre um ácido e uma base, onde o ácido libera hidrogênio, como cátion, e a base libera a hidroxila, como ânion.” — Aluno 6

- Situações apresentadas:

“Sobre algumas frutas, que são azedas e outras substâncias que são gástricas, eu tinha visto lá dizendo que base, são leite de magnésio, sabão em pó, eu não sabia disso.” — Aluno 3

Diante dos relatos, é visto que a metodologia proposta foi capaz de fomentar a formação de conceitos científicos. Com a rotação foi possível trabalhar a aprendizagem significativa desses alunos. O conhecimento prévio é formado com a interação da nova informação com a já existente, desse modo, ganha novos significados, formando um conceito mais elaborado e estruturado. Esse conceito é internalizado, diferenciado, auxiliando em novas aprendizagens. [9]

Sobre a disseminação de fakenews na pandemia, dois alunos responderam que era algo que não deveria acontecer; e o restante comentou sobre a atenção nas notícias antes de compartilharem, como demonstra os relatos descritos abaixo:

“Desesperador! Pois ainda existem pessoas que, por falta de esclarecimento, ainda acreditam e aderem à suas vidas e que, em algumas situações, põem a vida desses indivíduos em risco.” — Aluno 4

“É algo para se ficar atento, devido ao fato de ser uma coisa que se espalha muito rápido, por conta das pessoas que não conseguem identificar uma fakenews e acabam compartilhando e espalhando a notícia.” — Aluno 6

Esses dados são importantes, pois os alunos se mostraram cientes dos cuidados com as notícias. O compartilhamento de fakenews provoca riscos reais e medidas são necessárias para combatê-las, uma vez que nesse grande fluxo de notícias no meio digital muita coisa passa despercebida, sendo preciso verificar a veracidade das informações antes de compartilharem.[10] Projetos que visam a divulgação científica, através das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, servem como ponte entre o conhecimento científico e o aluno. [6] E é nesse processo que é formado o senso crítico do aluno, levando sua alfabetização científica.[5]

Foi solicitado que os alunos comentassem sobre a metodologia no ensino remoto, via Whatsapp. E os relatos foram categorizados entre:

- Aluno participante; com relatos sobre a inserção do aluno como centro da sua aprendizagem.

“Foi muito bom mesmo, aula bem dinâmica, boa quantidade das alunos foram bem ativos (até eu que não gosto de falar muito) foi melhor que nossas aulas que termos normalmente.” — Aluno 4

- Metodologia criativa; com respostas sobre prender a atenção do aluno.

“Acredito que aulas dinâmicas chamam mais a atenção de quem está do outro lado da tela. aprender por meio de paródias, jogos e contos foi uma das melhores aulas que tive no ead (talvez a melhor).” — Aluno 5

“Com os jogos a aprendizagem flui melhor e a interação entre o professor e o aluno fica mais evidente mesmo estando distante.” — Aluno 8

Ensinar química é difícil e muitas vezes uma metodologia de ensino, com uma única maneira de ensinar não é capaz de fazer com que o aluno compreenda os conceitos. O

uso de uma metodologia ativa com diferentes unidades educacionais pode ser capaz de contemplar a maioria desses alunos nesse processo de aprendizagem. Assim, a rotação por estações, tornou o ensino mais atrativo e as ferramentas utilizadas colaboraram na compreensão dos conteúdos. Para ensinar ciencias não existe uma metodologia específica ou única forma de ensinar. Um conjunto de metodologias são capazes para construir um novo conhecimento, sendo necessário uma diversidade de ferramentas didático-pedagógicas. [11] E como destacado pelo aluno 8, no ensino remoto os alunos não interagem tanto nas aulas síncronas. Contudo, para quebrar essa barreira, metodologias ativas são capazes de colocar o aluno no centro de sua aprendizagem levando a uma maior interação e participação. [1]

- Professor buscar aulas dinâmicas: pois, principalmente no ensino remoto, é importante pensar em aulas que melhorem o processo de ensino e aprendizagem.

“É muito difícil prestar atenção na aula, ainda mais nessa situação que estamos vivendo, então é necessário que os professores façam coisas criativas, para melhorar a aprendizagem e prender a atenção dos alunos, então na minha opinião vocês alcançaram ponto, trouxeram um conteúdo bom e com uma metodologia incrível, arrasaram” — Aluno 3

Aulas criativas muitas vezes são um desafio para os professores, entretanto, é um esforço que deve ser compensado para promover a participação dos alunos. Em um estudo sobre as concepções dos professores de química para o ensino remoto, destaca algumas limitações para os docentes, como falta de tempo devido a sobrecarga de atividades que possuem, todavia, é valido ressaltar que as “aulas desenvolvidas remotamente podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, desde que sejam construídas de maneira em que os alunos participem de forma ativa na construção do seu conhecimento.” [1] Por fim, é importante pontuar que há uma gama de materiais disponíveis na internet, livre para os professores buscarem esses recursos e aplicarem em suas aulas.

Resultado Quantitativos

• Perguntas fechadas

Nas perguntas fechadas, há duas sobre as estações. A figura 4 ilustra os dados sobre qual estação melhor entendeu o conteúdo. É possível ver que as respostas foram divergentes. Sendo o grupo 3 o único que apontou a estação audiovisual em que assimilação foi melhor. Como dito, esse fato pode ser justificado por essa ser a primeira estação deles. E de modo geral, o conto e jogo foram mais escolhidos por proporcionarem um ritmo de acordo com o processo de aprendizagem dos alunos.

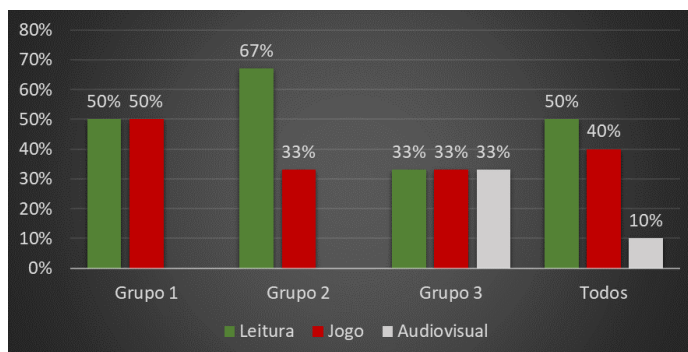


Figura 4: Estação que melhor entendeu o conteúdo.

Fonte: Autoria própria, 2021.

O conto e o jogo apresentam uma abordagem lúdica “pois envolvem, motivam e despertam o interesse do estudante pelo conteúdo de química e tornam a aula mais dinâmica e mais interessante.” [12] Entretanto, quando se trabalha o lúdico, o conteúdo científico precisa ser o foco.

“O conteúdo científico precisa ocupar um lugar central na ação de jogar, e isso é essencial para que o estudante entenda que a diversão é o caminho (não o fim) para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem. É necessário que o conceito que será aprendido, discutido ou retomado esteja claro para o estudante durante todo o jogo, caso contrário ele não ocupará lugar central na atividade realizada.” [12]

No conto e jogo o conteúdo é colocado em evidência, com sua base científica presente, aproximando os conceitos à realidade dos estudantes, o que possibilita ocuparem um lugar central nas atividades.

E é justamente na figura 5 que notamos isso, quando questionamos sobre as estações que menos gostaram. No grupo 1 tivemos um aluno, representado pela porcentagem, no qual apontou o audiovisual sendo a estação menos interessante. Pois foi a única em que o aluno tinha que está recebendo o conteúdo, não participando ativamente da sua aprendizagem, o que ocorreu com as outras estações.

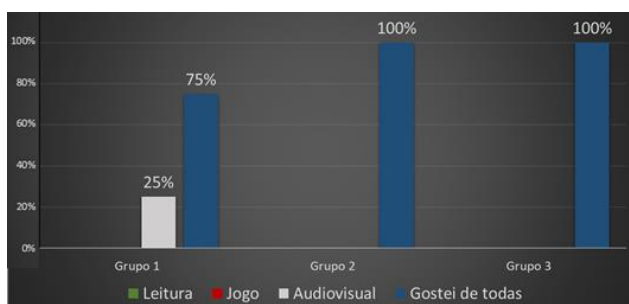


Figura 5: Estação que você menos gostou.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Todavía, os dados se mostram coerentes com os relatos dos alunos, já que é nítido que a proposta envolvendo todas as estações foi capaz de agradar a maioria. A estação audiovisual, mesmo não agradando somente um aluno, cumpriu seu papel. As paródias no ensino de química servem como ferramenta auxiliadora, de modo a despertar o interesse dos alunos. Ela atua de maneira significativa, levando a aquisição de conceitos. [13]

4. Conclusões

Dado os resultados expostos, tona-se possível perceber que a adaptação de uma metodologia ativa para o ensino remoto, tratando de fakenews e relacionando com a química é pertinente e proporciona alfabetização científica. Os alunos se mostraram capazes de perceber a importância de observar notícias e identificar fakenews, evidenciando estarem cientes de seu papel perante a sociedade quanto a divulgação errônea de notícias.

Nos momentos iniciais não houve tanto interesse em se inscrever no projeto, mas os alunos que participaram demonstraram muito entusiasmo durante toda a realização da atividade. Como evidenciado nos resultados do conto e do jogo, cada aluno possui um tempo e uma maneira de aprendizagem individual, por isso, houve uma mudança no tempo pré estabelecido para a duração das estações de aprendizagem definidas. Os materiais didáticos produzidos e as propostas de cada estação foram desafiadores devido ao contexto do ensino remoto, porém proporcionaram a participação ativa dos alunos.

5. Referências

- [1] SILVA, Francislainy Natália da; SILVA, Raniele Aparecida da; RENATO, Giovanna Amorim; SUART, Rita de Cássia., “Concepções de professores dos cursos de Química sobre as atividades experimentais e o Ensino Remoto Emergencial,,” *Revista Docência do Ensino Superior*, vol. X, pp. 1-21, 2020.
- [2] ANDRADE, Valeria Farias; PINHEIRO, Thales de Almeida Pinheiro; PINHEIRO, Thaisa de Almeida., “Aulas práticas de química online no processo de ensino e aprendizagem em tempos de pandemia,,” *IntegraEad*, vol. v. 2 n. 1 (2020): Anais do IntegraEad 2020., 2020.
- [3] COUSSIRAT, Roberta Santos da Silva, “Rotação por estações como estratégia para o ensino de radiações e radioatividade para estudantes de ensino médio,,” 2020. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
- [4] SILVA, Rodrigo Henrique Machado da., “Ensino Híbrido – Possibilidade e Desafios para a Alfabetização Científica,,” 2019. Dissertação (Mestrado

- Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo, 2019.
- [5] SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P., “Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica.” *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 16 (1), pp. 59-77, 2011.
- [6] SANTOS, Débora Silva., “Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs): uma abordagem no ensino remoto de Química e Nanotecnologia nas escolas em tempos de distanciamento social,” *Revista Latino-Americana de Estudos Científicos.*, vol. II N.07 Jan./Fev, pp. 15-25, 2021.
- [7] RICHARDSON, Roberto Jarry. , *Pesquisa social: métodos e técnicas*, 3.ed.- São Paulo: Atlas, 2012.
- [8] BARDIN, Laurence. , *Análise de conteúdo*, São Paulo: Edições 70, 2016.
- [9] ROSA, V. ROSA, S.D. S; LEONEL, A.A., “A arte de escrever contos para a aprendizagem significativa de conceitos científicos,” *Aprendizagem Significativa em Revista.*, vol. 5 (1), pp. 33-56, 2015.
- [10] TEIXEIRA, Vitória Matheus et al. , “AS FAKE NEWS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NOCIVAS À SOCIEDADE,” *AS FAKE NEWS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NOCIVAS À SOCIEDADE. Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online, [S.l.]*, vol. 7 (1), 2019.
- [11] TAHA, M. S.; LOPES, C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V., “Experimentação como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Ciências,” *EXPERIÊNCIAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS (UFRGS)*, vol. 11, pp. 138-154, 2016.
- [12] MESSEDER NETO, H. S.; MORADILLO, E. F., “O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural. .,” *Química Nova na Escola (Impresso)*, vol. 34, p. 360, 2016.
- [13] LUPINETTI J.M; PEREIRA, A. S. , “A Composição de Paródias no Ensino de Química e Suas Contribuições no Processo de Aprendizagem.,” *REVISTA DEBATES EM ENSINO DE QUÍMICA*, vol. 3, pp. 49-69, 2017.

Laboratorios remotos para recuperar la actividad experimental

Josué Dionofrio¹, María Florencia López¹, Fernando Capuya¹, César Nahuel Moya¹, Jorge Maeyoshimoto¹ e Ignacio Idoyaga^{1,2}

¹ Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires (Argentina)

josue.dionofrio@uba.ar; mflorencia.lopez@uba.ar; fcapuya@gmail.com; nmoya@ffyb.uba.ar; jmaeyoshimoto@ffyb.uba.ar

² Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina)

iidoyaga@ffyb.uba.ar

Resumen. La enseñanza de las ciencias naturales, durante la Educación Remota de Emergencia producto de la pandemia de COVID-19, se vio particularmente interpelada por la dificultad de acceso al laboratorio y al equipamiento específico necesario para la realización de actividades experimentales. En este trabajo se realiza un estudio de carácter descriptivo del uso de Laboratorios Remotos en una propuesta de enseñanza de Química y Física en la universidad, indagando en la autopercepción de aprendizaje de los estudiantes. Para esto, se utilizó un cuestionario con preguntas tipo Likert y se analizaron los momentos del día donde los estudiantes utilizaban estos dispositivos. Los resultados muestran que el 56% de los usos registrados ocurrieron fuera del horario de las asignaturas, y que los estudiantes valoran lo que los Laboratorios Remotos pueden ofrecer para su aprendizaje en lo que respecta al quehacer experimental, mas no los consideran útiles para resolver problemas y ejercicios de lápiz y papel.

Palabras clave: Laboratorios Remotos, Tecnología educativa, Enseñanza de las Ciencias, Actividad experimental

1. Introducción

La irrupción de la pandemia de COVID-19 y la consecuente suspensión de actividades presenciales obligaron a las instituciones educativas a incorporar nuevas mediciones. Por primera vez, de manera masiva, las universidades se vieron forzadas a implementar diferentes estrategias con el fin de sostener una Educación Remota de Emergencia (ERE) para garantizar la continuidad educativa. Este tipo de modelo no busca construir un ecosistema educativo robusto, a diferencia de propuestas como las de e-learning o b-learning [1], pero no es menos interesante para la investigación educativa.

La enseñanza de las ciencias naturales se vio interpelada especialmente por la dificultad del acceso al laboratorio y al equipamiento específico necesario para la realización de actividades experimentales (AE). Los planes de estudio de carreras universitarias asociadas a ciencias biomédicas (bioquímica, farmacia, medicina, por mencionar algunas) incluyen las asignaturas Física y Química, las cuales enfrentan el desafío de recuperar la actividad experimental en la ERE.

El trabajo empírico es un modo de conocer privilegiado en las ciencias naturales. En consecuencia, resulta relevante buscar alternativas para recuperar las AE en entornos digitales como los de la ERE. Algunas de estas están muy documentadas, como la realización de Actividades Experimentales Simples (Laboratorios Caseros), el uso de los sensores presentes en los teléfonos celulares (Laboratorios Móviles) y el uso de simuladores (Laboratorios Virtuales) [2]. Otras propuestas incluyen el uso de Laboratorios Remotos (LR).

Los LR son un conjunto de tecnologías *Hardware* y *Software* que permiten a estudiantes y profesores, a través de Internet, llevar adelante actividades experimentales reales manipulando remotamente instrumental robotizado, sin tener que estar físicamente en el mismo lugar que el equipamiento [3]. La ventaja de este tipo de tecnología es la posibilidad de acceder a su uso desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que lo convierte en una alternativa interesante para la ERE. Los LR son considerados potentes herramientas para promover el aprendizaje de competencias científicas [4] y de procedimientos intelectuales y sensorio-motores propios del quehacer experimental y del ejercicio profesional [5].

Podemos clasificar los LR según el modo de visualizar la experiencia: Laboratorios en Tiempo Real (LTR), donde la manipulación ocurre de manera sincrónica, y Laboratorios Diferidos (LD), que están basados en un conjunto de experiencias grabadas previamente. Estos últimos ofrecen una serie de ventajas. Por un lado, facilita el acceso a múltiples usuarios en simultáneo, dado que no requiere el control del mismo dispositivo al mismo tiempo, y por otro, evita retrasos o interrupciones por averías en los equipos. A esto se suma que para las experiencias en química, las cuales se caracterizan por la irreversibilidad de la mayoría de los procesos de estudio, no requieren un uso excesivo de reactivos [6].

Los LR otorgan al estudiantado la posibilidad de aprender realizando AE. Permiten la autorregulación de los aprendizajes ya que las prácticas pueden realizarse la cantidad de veces que considere necesario, en cualquier horario e introduciendo modificaciones. Es más, la experimentación remota favorece la creatividad e iniciativa [7] y permite distintos tipos de aprendizaje. En el mismo sentido, la inclusión de LR en una propuesta de ERE tiene la potencialidad de aumentar la cantidad de AE, maximizando las oportunidades de construir conocimiento científico.

El propósito de este trabajo es estudiar algunos aspectos asociados a la implementación de propuestas que involucran el uso de LR para la enseñanza de la física y la química en cursos universitarios durante la pandemia de COVID-19. Particularmente, se plantean dos objetivos. Por un lado se pretende conocer la percepción de aprendizajes de los estudiantes participantes. Por otro lado, se busca identificar los usos de LR realizados.

2. Materiales y métodos

En este apartado se describe el modo en el que fueron utilizados los LR en propuestas de enseñanza de física y química universitarias, la población que los utilizó, y el método empleado para conocer la autopercepción de aprendizaje que tienen los estudiantes al usar LR, y la distribución horaria con la que los han usado.

2.1. La implementación

Las propuestas didácticas consideradas, que incluían el uso de LR por parte de los estudiantes, se implementaron en los cursos de Química (Cátedra Idoyaga) y Física e Introducción a la Biofísica (Cátedra Cisale) del Ciclo Básico Común (CBC) de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Ambas cátedras cuentan con una población masiva y heterogénea (alrededor de 8000 estudiantes por año) y con un equipo de aproximadamente 40 docentes, entre ambas. Para sostener la ERE, las asignaturas contaban con un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje en la plataforma MOODLE (versión 3.2), donde se implementaron las propuestas.

Las actividades diseñadas e implementadas utilizaban LR ofrecidos por la plataforma Labsland (<https://labsland.com/es>). En Química se utilizaron dos LR: uno de gases ideales y otro de valoración ácido-base, mientras que en Física se utilizaron uno de plano inclinado y otro de circuitos en serie y paralelo. En el caso de Química, la propuesta incluyó la elaboración de un informe de laboratorio, mientras que la cátedra de Física propuso una actividad basada en cuestionarios de preguntas cerradas.

2.2. Metodología

En primer lugar, para poder caracterizar el uso de los LR en las propuestas didácticas, se puede observar la frecuencia con la que los estudiantes accedieron al recurso, y la hora a la cual lo hicieron. Al llevarse adelante esta propuesta en una plataforma virtual, se tiene registro de cuántas veces y en qué momentos los estudiantes accedieron a los LR y a sus recursos asociados. Esto lo permite tanto la plataforma MOODLE como el entorno de Labsland.

En segundo lugar, para conocer qué aprendizajes vinculados a la AE perciben los estudiantes, se diseñaron enunciados tipo Likert para recuperar sus opiniones sobre el uso de estos dispositivos. Al finalizar las actividades que involucran a los LR, se les pidió completar un formulario con estos enunciados donde debían señalar si se encontraban totalmente en desacuerdo, parcialmente en desacuerdo, parcialmente de acuerdo o totalmente de acuerdo. Estos enunciados, validados por expertos y adaptados de la propuesta de Heck [8], son los presentados en la tabla 1. Los enunciados que fueron numerados con la letra E buscaban preguntar de manera directa su percepción, mientras que los numerados con la letra C preguntaban por la negativa, con el fin de detectar posibles sesgos o inconsistencias.

Tabla 1. Enunciados para medir la percepción de aprendizaje de los estudiantes

E1	El trabajo con los Laboratorios Remotos me ayudó a comprender mejor los conceptos de la clase.
E2	El trabajo con los Laboratorios Remotos me ayudó a comprender mejor cómo se trabaja en el laboratorio de Biofísica.
E3	El trabajo con los Laboratorios Remotos me ayudó a comprender mejor cómo se trabaja con datos experimentales.
E4	El trabajo con los Laboratorios Remotos me ayudó a comprender mejor cómo se trabaja con gráficos.
E5	El trabajo con los Laboratorios Remotos me ayudó a resolver las actividades planteadas en la guía de ejercicios y problemas.
C1	El trabajo con los Laboratorios Remotos me resultó poco útil a la hora de comprender los conceptos de la clase.
C2	El trabajo con los Laboratorios Remotos me resultó poco útil a la hora de comprender mejor cómo se trabaja en el laboratorio de Biofísica.
C3	El trabajo con los Laboratorios Remotos me resultó poco útil a la hora de comprender mejor cómo se trabaja con datos experimentales.
C4	El trabajo con los Laboratorios Remotos me resultó poco útil a la hora de comprender mejor cómo se trabaja con gráficos.
C5	El trabajo con los Laboratorios Remotos me resultó poco útil para resolver las actividades planteadas en la guía de ejercicios y problemas.

A los fines de esta investigación, que propone el estudio del uso de LR, los estudiantes participantes (1062 de química y 249 de física) se trataron como un único grupo. Esto obedece a que la indagación buscó conocer aprendizajes vinculados a la práctica experimental y aspectos de la implementación no vinculados a contenidos específicos. Cabe mencionar, que la estructura y normas de acreditación de los cursos son las mismas.

Los estudiantes prestaron su colaboración de manera voluntaria, y dicha participación no interfirió con el normal desarrollo de las actividades académicas. Los datos fueron anonimizados y utilizados de manera confidencial.

Para el análisis de datos, se recurrió a la estadística descriptiva. Se convirtió el grado de acuerdo en una escala de 1 a 4, donde 1 representa estar completamente en desacuerdo, y el 4 completamente de acuerdo. Luego, se calcularon frecuencias relativas, y estadísticos descriptivos de tendencia central.

3. Resultados y discusiones

En la Figura 1 se pueden observar la cantidad de accesos en función de la hora del día, con las líneas punteadas separando las dos franjas horarias asignadas a los cursos (10 a 13 y de 14 a 17). Ocurrieron un 56% de accesos por fuera de horario de clase, lo cual permite reconocer que el LR es una alternativa que presenta un incremento en la posibilidad de acceso para quienes por diferentes razones no podrían asistir a las clases. De igual manera se registraron usos los fines de semana.

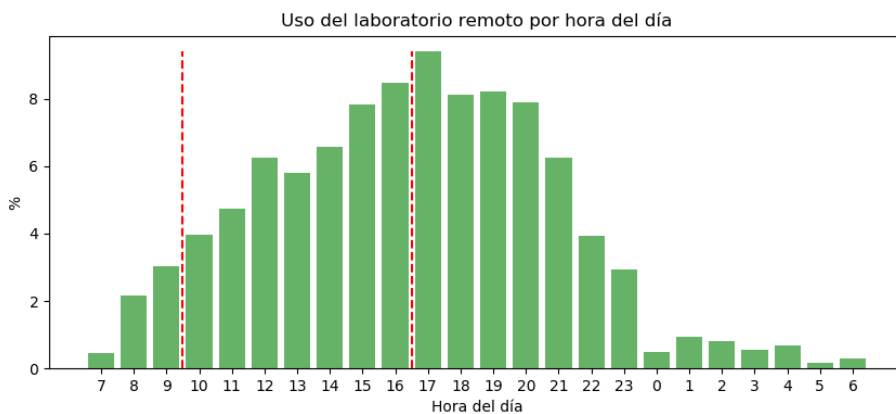


Fig. 1. Cantidad relativa de accesos al Laboratorio Remoto registrado por la plataforma LabsLand. Las líneas rojas marcan el intervalo horario en que se desarrollaban las clases presenciales antes del inicio de las restricciones de movilidad.

Los LR no solo constituyen una posibilidad de recuperar la práctica experimental en un contexto de Educación Remota de Emergencia, si no que es un recurso valioso en contextos masivos y altamente inclusivo, a la luz de los resultados obtenidos, permitiendo que los estudiantes elijan el horario más apropiado para acceder a la actividad empírica.

La Figura 2 muestra la distribución de los grados de acuerdo de los estudiantes frente a los enunciados diseñados para medir la autopercepción de aprendizaje por la positiva. Se puede notar una cierta homogeneidad para los enunciados E1, E2, E3 y E4 con mayor nivel de respuestas asociadas a los niveles 3 y 4 (alto grado de acuerdo). Lo mismo se encuentra observando la Tabla 2 que presenta los valores media y moda de estas distribuciones. Esto indica que los estudiantes valoran el uso de LR como una aproximación a la actividad experimental y que además su uso favorece a la comprensión de los conceptos teóricos.

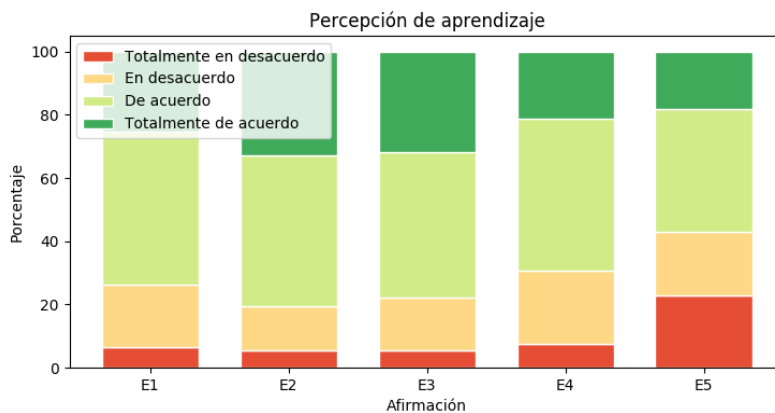


Fig. 2. Porcentaje obtenido para cada uno de los 5 enunciados en estudio.

En el enunciado E5 es más alto el porcentaje de respuestas de los niveles 1 y 2 (bajo grado de acuerdo), es decir que los estudiantes consideran que el uso de LR los ayudó en menor medida a resolver ejercicios y problemas presentes en la asignatura.

Tabla 2. Valores de tendencia central obtenidos para cada enunciado utilizado

Enunciados	E1	E2	E3	E4	E5
Moda	3	3	3	3	3
Media	2.820	3.028	3.068	2.916	2.512

Las actividades propuestas con los LR parecen no poder alcanzar las expectativas de los estudiantes respecto a la ayuda que éste le proveería al momento de resolver ejercicios y problemas planteados en otras instancias del curso (E5). En este sentido, se debe señalar que los objetivos que persigue una actividad experimental y la resolución de ejercicios de lápiz y papel son diferentes; las primeras valoran procedimientos vinculados a la recolección de datos, la construcción e interpretación de gráficos y el control de variables, mientras que las segundas buscan desarrollar un dominio sobre modelos físicos y matemáticos. Es comprensible que un 20% de los estudiantes considere estar en absoluto desacuerdo con que los LR los ayuden en la resolución de ejercicios y problemas propuestos.

Los grados de acuerdo con los enunciados control (C1 a C5) fueron coherentes con los enunciados por la positiva (E1 a E5), mostrando un alto grado de coherencia interna.

4. Conclusiones

La evidencia recolectada en los estudios presentados en este trabajo permiten describir el impacto que tiene la inclusión de LR en cursos universitarios de física y química.

En primer lugar, los múltiples usos de este recurso en horarios por fuera del establecido para el dictado de las asignaturas dan cuenta de la extensión de posibilidades de aprendizaje que otorga su inclusión. La naturaleza diferida de los LR utilizados suponen una ventaja en ese sentido respondiendo a un problema preexistente en instituciones que no cuentan con los recursos y el equipamiento para proponer actividades experimentales con poblaciones estudiantiles masivas y heterogéneas como fue el caso estudiado.

En segundo lugar, el cuestionario aplicado pone en el centro la dimensión cognitiva del uso de los LR. Los estudiantes destacan el valor que tiene el uso de LR para el aprendizaje de la gestión de datos experimentales y la elaboración de gráficos, contenidos centrales en el trabajo de la AE. Esto da indicios significativos de que los LR funcionan como instrumento para desarrollar habilidades y competencias propias del quehacer experimental.

En tercer lugar, los estudiantes señalan la desconexión entre el trabajo experimental realizado a partir de la utilización del LR y los saberes involucrados en la resolución de problemas. Es decir que, mediante la investigación realizada, es posible identificar aspectos a mejorar en las propuestas llevadas adelante. Esta observación pone en evidencia la importancia de sostener e incentivar la investigación en el campo de la educación en ciencias, con el fin de poder perfeccionar propuestas didácticas en miras de la enseñanza en la pospandemia. La investigación en temas de LR se vuelve necesaria para desarrollar estrategias que respondan tanto a contextos de emergencia como a la mejora de la educación en ciencias naturales, especialmente cuando se habla de una educación pública.

En último lugar, que los estudiantes valoren positivamente el uso de LR en su proceso de aprendizaje también demuestra la existencia de tierra fértil para avanzar en el diseño de propuestas didácticas que articulen sinérgicamente estos recursos con otros que involucren a la AE, como las Actividades Experimentales Simples y los Laboratorios Virtuales. El modelo didáctico del Laboratorio Extendido [2], entendido como un ecosistema de recursos virtuales y reales de mayor o menor complejidad podría dar respuesta a la problemática analizada en este trabajo, generando escenarios que propicien mayores probabilidades de que se produzcan aprendizajes asociados a la AE.

5. Referencias

- [1] Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>
- [2] Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Nahuel Moya, C., Montero-Miranda, E., & Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26. Recuperado a partir de [//campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17](http://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17)
- [3] Arguedas-Matarrita C. Concari, S. B. & Marchisio, S.T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. En: I Simposio Ibero-Americano de Tecnologías Educativas, Araranguá, Santa Catarina, Brasil, 8 al 10 de mayo, 2017.
- [4] Morales-Menendez, R., y Ramírez-Mendoza, R. A. (2019). Virtual/Remote Labs for Automation Teaching: A Cost Effective Approach. *IFAC-PapersOnLine*, 52(9), 266-271. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.08.219> 5.
- [5] Lorenzo, M. (2020). Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, (21).
- [6] Pokoo-Aikins, G.A., N. Hunsu, N., y May, D. (2019). Development of a Remote Laboratory Diffusion Experiment Module for an Enhanced Laboratory Experience. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Covington, KY, USA, 2019, pp. 1-5. DOI: 10.1109/FIE43999.2019.9028460
- [7] Aramburu Mayoz C., Da Silva Beraldo A., Villar-Martinez A. Rodriguez-Gil L., Moreira de Souza Seron W., Oliveira T., y Orduña P. (2020). FPGA Remote Laboratory: Experience in UPNA and UNIFESP. Auer M., May D. (eds) *Cross Reality and Data Science in Engineering. REV 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer: Cham.
- [8] Heck, C. (2017). Integração de tecnologia no ensino de física na educação básica: um estudo de caso utilizando a experimentação remota móvel. *Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, Brasil*. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/179798>

Multidisciplinariedad en ciencias: modelado matemático en entorno virtual

Consuelo Escudero ⁽¹⁾⁽²⁾, Paola Beatriz Baiutti ³

¹ Departamento de Física. Facultad de Ingeniería – UNSJ (Argentina)

² Departamento de Biología. FCFN – UNSJ (Argentina)

cescudero@unsj-cuim.edu.ar

³ Departamento de Ciencias económicas. FACSO – UNSJ (Argentina)

paolabaiutti@gmail.com

Resumen. En este trabajo se presenta parte del análisis realizado a partir de un ejercicio propuesto a estudiantes de cuarto año del ciclo orientado, en ocasión de prepararlos conceptual y actitudinalmente para abordar la temática de los sistemas de ecuaciones mixtos. ... En el diseño y su desarrollo en el aula se tuvieron en cuenta los principios del Aprendizaje Significativo en su versión humanista, y para el análisis se empleó la Teoría de los Campos Conceptuales elaborada por Gerard Vergnaud. A partir de esta primera mirada podemos decir que resurgen las cuestiones referidas a la conceptualización de las funciones polinómicas de grado uno y dos y se da pie a reflexionar acerca de la enseñanza de los sistemas de ecuaciones mixtos como uno de los aspectos relevantes a considerar en la resolución de situaciones problemáticas. A partir de los problemas planteados se logró una participación activa de todos los estudiantes.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo. Teoría de los campos conceptuales. Función.

1. Introducción

Una de las actividades que ocupa gran tiempo en el aula de asignaturas como matemática y física, a nivel de escuela secundaria y universitario básico, es la introducción a la resolución de situaciones problema con más carga relativa algebraica, geométrica y de cálculo. Mientras en las aulas de física se busca conjugar dos saberes, no siempre diferenciados ni integrados; en las de matemática mayormente los ejercicios propuestos son de naturaleza intra-matemática. En trabajos anteriores (Baiutti y Escudero, 2020; entre otros) se ha advertido la fuerte influencia de los sistemas externos de representación para poder plantear diversos caminos de resolución de problemas, y además se pudo ver que son escasos los recursos que poseen los estudiantes para expresar las situaciones en otro tipo de representación.

A su vez el desarrollo de propuestas integradoras útiles para la investigación y para las prácticas de aula en la enseñanza de las ciencias es, precisamente, uno de los motivos principales que nos ocupa en este momento como línea de investigación. Acordamos con Oliva (2019), entre otros especialistas, en lo lejos que se encuentra hoy la realidad de las aulas de Primaria y Secundaria de la incorporación de propuestas didácticas orientadas desde enfoques de modelización o de otras perspectivas innovadoras (indagación, enseñanza a partir de problemas, aprendizaje en contexto, etc.). Por desgracia, este es, sin duda, un asunto todavía más preocupante, que marca la enorme brecha existente entre la investigación y la práctica, y en torno a la que también venimos trabajando desde hace tiempo. Por tanto, no se trata solo de avanzar en nuestro conocimiento teórico sobre los enfoques y las propuestas didácticas, sino también de buscar formas de transferencia entre la teoría y la práctica.

Se tuvo como objetivo promover el aprendizaje significativo en sus distintas dimensiones apoyado en tecnología ubicua. Se ha apostado a una formación más integral procurando innovar en aula en época de emergencia sanitaria.

En este trabajo, se muestra lo acontecido en un aula virtual en una escuela secundaria en contexto de pandemia, al implementar una estrategia didáctica que contribuya al conocimiento de sistemas mixtos de ecuaciones. La estrategia implementada proyecta lograr un aprendizaje significativo, con la ayuda esencialmente de la competencia de modelización, que aquí tiene el propósito de, valga la redundancia, ser desarrolladora de capacidades y competencias.

La efectiva e indiscutible dimensión del cambio al desarrollar competencias es la necesidad de que el docente coloque en el centro de sus preocupaciones el aprendizaje de los estudiantes. Sin perder de vista en momentos de virtualidad forzada como señalan Rojas y Mora (2020), que existe una base en relación con los niveles de estrés que presentan profesores y estudiantes.

Con respecto al tipo de creatividad puesta en juego en la innovación o en estos desarrollos, dependerá del tipo de interacciones dadas entre los conocimientos, la forma de proceder y el grado de compromiso que se tenga con la actividad.

Si la noción de modelo es polisémica y tiene distintos significados, la idea de modelización tiene también distintas acepciones. Ello en función según Oliva (2019) de si el foco se sitúa en los modelos en sí mismos, en los procesos que lo acompañan, en las demandas que requiere de los estudiantes, en los recursos instrumentales que permiten representarlos o en las estrategias mismas que regulan en conjunto cada una de esas posibilidades.

En un trabajo anterior (Escudero et al, 2021) se expresaba que las consideraciones hechas y estas primeras lecturas orientan a que la resolución de problemas en Matemática requiere aprendizaje significativo de sistemas externos de representación – notación numérica, notación algebraica–, símbolos y diagramas, cuya descripción y uso constituyen objetos de estudio en sí mismos. Las dificultades en la comprensión de los sistemas externos de representación, símbolos y diagramas se encuentran asociadas, en parte, a las escasas propuestas de integración entre recursos algebraicos y de geometría durante la formación escolar.

El presente trabajo, introductorio aún, busca contribuir al debate sobre los alcances que tienen la comunicación y creatividad científicas en el aprendizaje principalmente de matemática y particularmente del campo conceptual multiplicativo introductorio en términos de Gerard Vergnaud en el ciclo orientado de secundaria. Es fundamental la

toma de conciencia por parte de estudiantes y cuerpo docente de que las capacidades y competencias no solo pueden generarse sino también desarrollarse y mejorarse.

Un interrogante que aparece al revisar las respuestas de algunas situaciones propuestas a alumnos, es ¿cuáles pueden ser indicios de que hay una conceptualización significativa? O, dicho de otro modo, cuándo podemos decir que “lo nuevo” se integró a una estructura conceptual.

2. Contenido

Se estudia y discute una intervención didáctica, diseñada y puesta en aula en 2020 por uno de los autores en la que se busca que estudiantes de 4to año generen ideas y las comuniquen. La problematización y la modelización se constituyen en ejes de la intervención.

El tipo de actividades propuesto fue elaborado teniendo en cuenta la necesidad de favorecer una clara conceptualización de los aspectos físicos y también prácticas lingüísticas reflexivas, además de provocar conflictos cognitivos que trascendieran las rutinas hacia procesos de mayor creatividad. En forma simultánea se ha incentivado el uso de dispositivos tecnológicos con pertinencia.

Introducir sistemas de ecuaciones mixtos implica relacionar e integrar conceptos básicos de función lineal cursados de manera presencial en 2019 y de función cuadrática trabajado en la unidad anterior. El contexto de la escuela ha posibilitado contar con un servidor de Internet y equipo de cómputo. En el área de software, se podía utilizar office y un software libre llamado GeoGebra enseñado en ciclos anteriores.

La actividad experimental se llevó a cabo en octubre. Una de las unidades transitadas fue la de función cuadrática en la que se utilizó una secuencia didáctica (Sessa, 2014). Se analizaron los elementos notables de la parábola con sus expresiones formales, trabajando la articulación de los diversos registros de representación semiótica con relación a la noción de función.

Específicamente, se subió como tarea al aula virtual una secuencia didáctica inspirada en Roldan (2013) que consta de cuatro fases: comprensión de la situación y conjeturas, práctica experimental, análisis de la práctica y elaboración de un modelo y debía presentarse, luego de una semana, resuelta en la clase sincrónica siguiente. Se ha apostado a una inclusión de consignas que involucren procesos de pensamiento superiores. La componente experimental valora la capacidad de llevar al campo práctico experiencial los contenidos teóricos y a veces se ha recurrido a efectos epistémicos articulados con las tecnologías. Este modo de trabajo fue distinto a la manera de llevar a cabo las anteriores clases virtuales (sincrónicas y asincrónicas). Habitualmente, luego de un encuentro sincrónico, los estudiantes trabajaban en tarea asincrónica y la revisión era sincrónica.

Al aplicar esta secuencia, el objetivo fue indagar si los estudiantes manejaban la noción de función lineal y función cuadrática lo suficiente como para ser aplicado en situaciones de la vida real de manera conjunta. En la primera parte se intenta que los estudiantes realicen una primera aproximación y formulen conjeturas acerca del experimento, luego la práctica seguida de análisis experimental. Lo que permiten elaborar predicciones sobre el tamaño de la vela para determinado tiempo; incluso,

extrapolando el tiempo de consumo total. Al responder sobre todo algunas preguntas (“C”), se advierte la necesidad de ampliar la estrategia para posibilitar el surgimiento de la función lineal. Una quinta y última fase en la secuencia se llevó a cabo sincrónicamente en la puesta en común buscando percatarse si se constituía en un emergente. En esta etapa se debería comprobar el modelo, haciendo un gráfico, observando, verificando y confrontando los resultados.

Luego de la puesta en común de los resultados del experimento y contenidos que se visualizan en el mismo se presentó la fase central de la intervención. Se subió una actividad más abierta en la que debían escoger entre tres situaciones problema a resolver: (1) Lanzamiento de un proyectil hacia una montaña, (2) costo de producción y (3) una pelota es arrojada y el vuelo de un ave. Se propusieron pautas sobre la elaboración de informes acerca de la resolución de la situación elegida en grupo.

Si bien el tópico sistemas de ecuaciones mixtos es el eje sobre el que se hace el análisis principal, la intervención didáctica reseñada se ha mostrado clave para la producción lograda.

Las situaciones problemáticas y las características de la intervención didáctica son los factores que permiten detectar el tipo de aprendizaje y sus cualidades. Entre ellas la creatividad. Ausubel (1983, 2002) lo denominó aprendizaje significativo combinatorio, otorgando un lugar preponderante a una de las funciones de la mente más preciada, la combinación. Se ha apostado, en síntesis, a una formación más integral procurando innovar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

2.1. Marco teórico

Los estudiantes no comienzan su aprendizaje desde cero, sino que aportan a ese proceso de dotación de significados con sus experiencias y conocimientos. Por eso, desde esta perspectiva la variable independiente más importante para que se produzca aprendizaje significativo es la estructura cognitiva del individuo. Este debe hacer uso de los significados que ya internalizó, de modo que pueda captar los significados que los materiales educativos le ofrecen. En ese proceso, el aprendiz construye su conocimiento, produce su conocimiento (Moreira, 2005).

Por otra parte, el objeto matemático función puede ser representado de forma analítica (algebraica), tabular, gráfica o en lenguaje natural. La conversión entre uno y otro es la etapa que posibilita la articulación entre los registros de representación en la enseñanza. Precisamente, es el resultado de la comprensión conceptual y cualquier dificultad que se presente, indica que la construcción del concepto aún no ha finalizado. Según Duval (2006), la conversión “*es el primer umbral de la comprensión en el aprendizaje de las matemáticas*”. En la misma dirección D'Amore (2009) plantea que una de las dificultades en la representación de los objetos matemáticos es el tránsito de un concepto entre sus diversas representaciones. La adquisición conceptual de un objeto pasa necesariamente a través de la adquisición de una o más representaciones semióticas.

En términos generales, la modelización se presenta en la literatura como las fases para resolver un problema proveniente de una situación real por medio de un modelo matemático (Maaß, 2006). Se inicia generalmente con una situación extra-matemática, se simplifica a un modelo real y se matematiza para obtener un modelo matemático; se resuelve dentro del modelo y se interpreta la solución de modo coherente con la

situación inicial. Finalmente se evalúa si responde a la situación original. El sistema se concibe como dinámico y cíclico, pues en este se producen continuas transformaciones para mejorar la interpretación y predicción del fenómeno.

En cambio, en Enseñanza de las Ciencias Naturales, la Enseñanza Basada en Contextos (EBC) se ha entendido como una metodología consistente en construir y desarrollar conocimientos científicos, a partir de una situación del mundo real. Esta situación se usa como estructura central para ir introduciendo los conceptos científicos a medida que son necesarios y desarrollar así, una mejor comprensión de la situación planteada. Podríamos decir que el objetivo central de este enfoque, es potenciar un aprendizaje más significativo de las ideas científicas, a partir de facilitar las conexiones teoría-realidad, y atenuar la separación entre ambas, propia de la enseñanza tradicional (Moraga Toledo y otros, 2019). En forma muy resumida, trabajar con la EBC requiere la tarea de contextualizar, descontextualizar y re-contextualizar siguiendo a Litwin (2008). Dicho proceso implica explicar fenómenos que suceden en el entorno y abstraer las ideas clave, sus interrelaciones, las pruebas que las validan y los modos de representarlas y hablar sobre ellas, esto es trabajar con modelos, entendiendo la modelización, como una práctica científica que no solo sirve para la construcción de conocimientos de ciencia, sino también sobre ciencia (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009).

Con relación a la Enseñanza Basada en la elaboración de Modelos, tomando como referencia los trabajos ya clásicos (Galagovsky, 2001; Justí, 2006), profundizamos el análisis de las distintas acepciones que suelen utilizar los docentes sobre el concepto de modelización (Oliva, 2019), y su influencia en la planificación de propuestas didácticas (Escudero y Stipich, 2016). Estas acepciones son: 1) la modelización como progresión de modelos; 2) la modelización como práctica científica; 3) la modelización como competencia; 4) la modelización en su dimensión instrumental, y 5) la modelización como estrategia de enseñanza.

2.2. Metodología de la investigación

Esta investigación forma parte de un proyecto que se diseñó con dos hipótesis de importancia que continúan al trabajo realizado durante el ciclo lectivo 2020 (Escudero y Zalazar-García, 2021):

- La generación de ambientes de aula contextualizados en situaciones problema sociocientíficas tecnológicas resulta un marco estimulante y desafiante para la construcción sobre todo de competencias de comunicación y creatividad en estudiantes del ciclo básico universitario de ingeniería.
- Las propuestas de enseñanza basadas en situaciones problema sociocientíficas tecnológicas favorecen el interés de los estudiantes por la ciencia y sus complejas relaciones con la sociedad, y mejoran la calidad y frecuencia de sus intervenciones de comunicación y creatividad no sólo en el aula virtual.

El estudio se llevó a cabo principalmente analizando la actividad “informe sobre situación problema seleccionada”. Se realizó con 24 estudiantes pertenecientes al ciclo orientado del nivel secundario-

La metodología utilizada deviene de los marcos teóricos delineados. Se adoptó un enfoque de estudio de caso. El eje del análisis y de los resultados de las producciones

ha residido en la calidad intrínseca de los informes producidos en un contexto de Matemática aplicada y en un espacio social mixto donde los interlocutores interaccionan. Estos informes tienen un claro propósito: integrar diversos contenidos de la asignatura en curso y algunas otras articulaciones más. En forma indirecta brindan elementos sobre el punto de vista construido por los alumnos hasta el momento.

2.2.1. Registro y evidencia de aprendizaje significativo

La comunicación entre compañeros estimula el aprendizaje pues posibilita colaborar en objetivos y actividades. Profesor y estudiantes, o estudiantes entre sí cuando trabajan cooperativamente, han de compartir, aunque sea parcialmente, la definición de la situación, sabiendo además que la comparten. En el caso que no se diera la comunicación, debería producirse una negociación que dé lugar a una nueva definición intersubjetiva de la situación.

Para Jiménez Aleixandre & Díaz de Bustamante (2003) la secuencia argumentativa es una representación que permite comprender lo que ocurre en las clases en términos de comunicación en general. En la presente se extiende a los guiones de los informes producidos.

Bajo esta perspectiva, las categorías analíticas elaboradas en principio han sido tres (3) y las denominamos: componente analítico (CA), GeoGebra (CGG) y diagramático (CD).

Por otro lado, la componente comunicativa se basa en la utilización de recursos tales como el humor, interpretación y actuación entre otros, y si se citaron fuentes de información de relevancia. La componente de organización-planificación-ejecución se refiere a si las tareas de planificación/organización – altamente relacionadas con el trabajo cooperativo – condujeron al resultado de comunicación efectiva de saberes. Al igual que en la componente teórica, en las restantes, para su calificación, se ha seguido el mismo criterio.

Por otro lado, cabe destacar que continuamos poniendo énfasis en las investigaciones localizadas en el aula, donde consideramos que se encuentra el sustrato de nuestras búsquedas.

En el marco descrito se diseñaron tres situaciones problema, dos de ellas constituyen el corpus principal del estudio:

Lanzamos un proyectil. La altura alcanzada y (en Km) y los kilómetros recorridos x están relacionados por la ecuación $y=-2x^2+4x$. A 1 Km del lugar de lanzamiento se encuentra una montaña cuya ladera oeste sigue la recta de ecuación $y=6x-6$.

¿En qué lugar de la montaña se producirá el impacto?

Se lanza una pelota y simultáneamente un ave levanta vuelo. La trayectoria de la pelota se describe mediante la función $y=-3x^2+12x$, y la del vuelo del ave, mediante $y=1,5x+7,5$. ¿Dónde se encontraría la pelota y el ave?

Los informes se han presentado y defendido en el grupo grande frente a compañeros y docente.

3. Los resultados

Los resultados muestran que los estudiantes han trabajado de manera cooperativa en la comunicación de saberes de Matemática aplicada y Física. Esto queda evidenciado a través de la organización, planificación y exposición de tareas asociadas con la producción de informes. Tales tareas involucran la construcción del diálogo empleado, de conjeturas para comprender la situación, organización del tiempo, búsqueda de información, de recursos para dar respuesta, entre otros.

Las actividades fueron resueltas de manera completa y correcta por todos los grupos de estudiantes, tanto el experimento de la vela como la situación problemática escogida. Lo que llama la atención en la recopilación de datos es que todos los grupos de estudiantes recurrieron a resolver la situación elegida de manera diagramática, sin graficar de manera precisa las funciones dadas.

Aquí lo notorio es que con el hecho de haber identificado qué estaba sucediendo, en la mayoría de los grupos, los estudiantes advirtieron la necesidad de representar de manera precisa estas funciones, ya que, aunque el gráfico aproximado los ayudó dando el puntapié inicial para comprender la situación, no fue suficiente para poder resolver (dar respuesta a lo solicitado en) la consigna. Esto los llevó a recurrir a una herramienta ya aprendida, utilizada en años anteriores conocida como GeoGebra.

Los aspectos considerados se pusieron de manifiesto en la descripción expuesta precedentemente. Éstos fueron coherentes con relación a la proposición y resolución de cuestiones problemáticas. Bajo este contexto, se describen en la tabla I los aprendizajes básicos requeridos para lograr la interpretación de fenómenos complejos y desde múltiples miradas por parte de los estudiantes.

Los resultados mostrados en la tabla I revelan el uso de variadas herramientas culturales (palabras, gestos, expresiones, símbolos) utilizando tecnologías móviles y ubicuas en situaciones reales de interacción. Las propuestas estimularon a los jóvenes a negociar constantemente nuevos significados, perfeccionando su desempeño comunicativo. La realización de estos videos en grupo pequeño ha favorecido la interacción sociocultural y el desarrollo de las capacidades lingüística, verbal, simbólica como también el incremento del acervo cognitivo y de percepciones sensoriales. De este modo, se puede afirmar desde la triangulación de datos y de investigadores realizada que los estudiantes han buscado y seleccionado información, han planificado tareas y trabajado colaborativamente entre ellos, además, han identificado la situación problema, conjeturas de solución, evaluaron hipótesis y soluciones presentadas, además del análisis de resultados. Las limitaciones de espacio impiden ser más explícitos.

La componente creatividad en su acepción científica ha habilitado originalidad y pertinencia unidas a la utilidad. Se ha puesto de manifiesto el nivel de compromiso que los estudiantes tuvieron con la tarea. En tabla II, puede verse que no hay grandes diferencias entre grupos.

Tabla I. Clasificación y puntaje de los seis informes producidos de acuerdo a sus componentes: Componente analítica (CA), GeoGebra (CGG) y diagramático (CD).

Informe	Título	CGGA	CGG	CD	Porcentaje
A	Proyectil y montaña	2	3	1	66.6 %
B	Pelota arrojada y vuelo ave	3	1	3	77.7 %
C	Pelota arrojada y vuelo ave	3	3	3	100 %
D	El costo de producción	3	1	1	55.5%
E	El costo de producción	3	3	3	100%
F	El costo de producción	3	1	1	55.5%

Tabla II. Recursos usados para dar aspectos creativos en los informes producidos. 1: Lápiz y papel, 2: PowerPaint, 3: GeoGebra, 4: Método de igualación, 5: Interpreta los símbolos brindados, 6: Relacionó con otro tema visto en su vida cotidiana.

Informe	1	2	3	4	5	6
A	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
B	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No
C	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
D	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No
E	No	No	Sí	Sí	Sí	No
F	No	No	Sí	Sí	No	No

Pareciera cobrar mayor intensidad el uso de representaciones externas en el planteo y resolución de problemas, aunque sería imposible esto último si no se produce, y en forma eficaz, una construcción de modelos internos también. Hay fases en las que ciertos procesos de aprendizaje deben darse prácticamente en forma simultánea para que sean realmente significativos. Es así, cómo la representación de una función en un sistema de coordenadas donde el soporte es el papel, posee atributos diferentes si este último es virtual. Pero en definitiva se confluye hacia un mejoramiento en la calidad de las representaciones internas que luego se expresa en la claridad y diversidad de soluciones posibles.

Algunos grupos incorporaron nuevos recursos – vistos en matemática de 3er año – como un programa de geometría dinámica gratuito y de código abierto pensando en nuevas estrategias para abordar las situaciones problema. Se trasciende lo que se puede crear en lápiz y papel a pantallas con distintas aplicaciones.

4. Conclusiones

Los estudiantes tendieron puentes entre modos de comunicación que facilitaron la construcción de conocimiento más integrado y articulado. Fueron capaces de llevar su realidad al aula virtual. Así pasaron de la teoría a la práctica, a una práctica de casos propios.

La intervención favoreció la construcción de conocimiento, aportando al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo a partir de mejoras en la comunicación y creatividad. Para que eso ocurriera, hubo que transformar la clase en un espacio de pensamiento y

debate. Una de las acciones contributivas fue cambiar la distribución de poder, buscando promover oportunidades de habla y generar espacios de trabajo colaborativo entre pares. La creatividad científica se ha puesto de manifiesto porque se logró entrelazar modos de comunicación que expanden el uso de distintos y trascendentes registros semióticos.

El alumno en tiempos de incertidumbre necesita compartir experiencias de aprendizaje. Los problemas seleccionados han permitido trabajar la modelización “con sentido”. Allí se entraman modelos y distintos marcos de resolución.

Los docentes pueden construir una educación científica a través de prácticas educativas diversificadas, a condición de que el alumno tenga predisposición para aprender, y los profesores se van apropiando del conocimiento especializado.

A partir de los problemas planteados se logró una participación activa de los estudiantes, todos realizaron la medición, la recolección de datos y la discusión de los resultados obtenidos. Este tipo de actividades tiene la virtud de incluir a estudiantes que vienen de distintas trayectorias escolares y aspiran a estudios universitarios.

Ya que uno hace un modelo y ese modelo es una herramienta, el concepto de función ha surgido como herramienta matemática para describir completamente diferentes fenómenos y se ha constituido en un excelente instrumento para estudiar y modelar problemas de variación.

Resolver problemas que requieran modelización es una de las habilidades que debe desarrollar.

Gran parte de la responsabilidad en la formación de esquemas de acción relacionados con los contenidos de Matemática y Física, corresponde a los docentes. Somos quienes seguimos sosteniendo de manera esperanzada que lo que proponemos en el aula sirve para mejorar la calidad y la cantidad de herramientas cognitivas de los estudiantes independientemente de su elección profesional.

5. Referencias

- [1] Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(3), 40-49. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30151-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30151-9)
- [2] Baiutti, P. y Escudero, C. (2020). Modelado matemático de una situación real empleando la función cuadrática. VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de IPECyT 2020, Tucumán. (En prensa).
- [3] De Lange, J. (1987). *Mathematics: Insight and meaning*. Utrecht: OW y OC.
- [4] Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- [5] Escudero, C.; González, S.; Baiutti, P.; Flores, G.; Sarmiento, L.; Silva, E. y Leiva, H. (2021) Resolución de situaciones problema y formación de conceptos en matemática y ciencias naturales. La resolución de situaciones problemáticas en matemática y ciencias naturales y su papel en la formación de conceptos

- Primeras Jornadas de Comunicación de la Investigación y Extensión, FI-UNSJ. (En prensa)
- [6] Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 173-184.
- [7] Lage, M., Platt, G., y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43. Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, 9(1), Article 7. Recuperado de: <http://scholarworks.gvsu.edu/colleagues/vol9/iss1/7>
- [8] Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), pp. 113-142.
- [9] Moreira, M. A. (2005) Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa Boletín de Estudios e Investigación*, nº 6, págs. 83-102. Madrid: Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. (revisado en 2010).
- [10] Nicolaou, C. T. y Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13, 52-73. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.10.001>
- [11] Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- [12] Papini, M. C. y Miranda, A. (2016) Análisis didáctico de un problema matemático para una clase de secundario en la que se utiliza el programa Geogebra. En: Escudero, C. y Stipcich, S. *Pasaporte a la enseñanza de las ciencias*. CABA: Noveduc.
- [13] Roldan, E. (2013). El aprendizaje de la función lineal, propuesta didáctica para estudiantes de 8º y 9º grados de educación básica [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21934/1186875.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14] Romo Rojas, F. y Mora, C. (2020) El estrés en maestros de física ante la necesidad de impartir clases virtuales, *Latin-American J. Phys. Educ.*, 14 (2), 2303-6.
- [15] Sessa, C., Illuzi, A. (2014) *Matemática. Función cuadrática, parábola y ecuaciones de segundo grado - 1a ed.* - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2014. E-Book. ISBN 978-987-549-562-3 1.
- [16] Talbert, R. (2012). Inverted classroom. *Colleagues*, 9(1), Article 7. Recuperado de: <http://scholarworks.gvsu.edu/colleagues/vol9/iss1/7>
- [17] Villa Martínez, H. A., Tapia Moreno, F. J., & Lopez Miranda, C. A. (2010). Aprendizaje ubicuo en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Estudios Culturales*, 123-136. <file:///C:/Users/JORGE/Downloads/Dialnet-AprendizajeUbicuoEnLaEnsenanzaDeLasMatematicas-3739983.pdf>



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO
de Educación Científica
para América Latina
y El Caribe
EDUCALYC

ISBN 978-84-18979-75-0



9 788418 979750 >



Universidad
de Alcalá

EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ